V. T. MARCULEȚIU FL. POPESCU

INDRUMAR DE CALCULE CHIMICE

pentru candidații la concursul de admitere în Facultățile de chimie industrială și metalurgie

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ
BUCUREȘTI — 1964

Scanned with OKEN Scanner

V. T. MARCULEȚIU FL. POPESCU

ÎNDRUMĂR DE CALCULE CHIMICE

PENTRU CANDIDAȚII LA CONCURSUL DE ADMITERE ÎN FACULTĂȚILE DE CHIMIE INDUSTRIALĂ ȘI METALURGIE

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ
BUCUREȘTI 1964

Scanned with OKEN Scanner

Îndrumarul se adresează absolvenţilor şcolilor medii, candidaţi la concursul de admitere la facultăţile de chimie industrială şi metalurgie.

Materialul este întocmit în conformitate cu manualele de şcoală medie de cultură generală şi cu programa analitică a concursului de admitere.

Cu asteric (*) sînt notate acele părţi care nu sînt obligatorii pentru concursul de admitere. Introducerea lor a fost impusă de unitatea materialului.

Îndrumarul poate fi utilizat şi de studenţii anilor I ai facultăţilor nechimice, care audiază un curs de chimie generală.

Cea mai mare parte a problemelor şi exerciţiilor sînt originale.

Scanned with OKEN Scanner

Partea întîi

ELEMENTE DE CALCUL STOECHIOMETRIC

Scanned with OKEN Scanner

I. Mărimile fundamentale ale teoriei atomo-moleculare

I.1. Masă atomică. Atom-gram

Se înţelege prin *masă atomică* mărimea nedimensională (relativă) care arată de cîte ori atomul unui element este mai greu decît unitatea atomică de masă.

În urma deciziei luate de Uniunea internaţională de chimie pură şi aplicată (1961) s-a luat ca unitate atomică de masă $^1/_{12}$ din masa atomului izotopului ^{12}C.

Exemple: masa atomică a hidrogenului este 1,00797; a oxigenului este 15,9994; a azotului este 14,0067.

În calcule, masa atomică se rotunjeşte la numere întregi.

Atomul-gram este o mărime dimensională care reprezintă cantitatea, în grame, dintr-un element, egală numeric cu masa atomică a elementului.

Exemple: 1 atom-gram de hidrogen=1,00797 g; de oxigen=15,9994 g; de azot=14,0067 g.

Probleme rezolvate

Exemplul 1. Cîte grame reprezintă: *a*) 2 atomi-gram carbon; *b*) 0,5 atomi-gram calciu; *c*) 0,01 atomi-gram fier.

Rezolvare: *a*) Avînd masa atomică a carbonului 12 şi atomul-gram de carbon=12 g înseamnă că 2 atomi-gram de carbon vor fi: $2\times12=24$ g;

b) masa atomică a calciului este 40; atomul-gram de calciu este 40 g; deci 0,5 atomi-gram Ca$=0{,}5\times40=20$ g;

c) masa atomică a fierului este 56; atomul-gram de fier este 56 g; deci 0,01 atom-gram fier$=0{,}01\times56=0{,}56$ g.

Exemplul 2. Cîţi atomi-gram reprezintă: *a*) 28 g azot; *b*) 22,6 g radiu; *c*) 1,97 g aur.

Rezolvare: *a*) Avînd masa atomică a azotului 14, înseamnă că 28 g azot reprezintă $28:14=2$ atomi-gram;

b) masa atomică a radiului este 226; atomul-gram de radiu este 226 g; $22{,}6:226=0{,}1$ atom-gram radiu.

Scanned with OKEN Scanner

c) masa atomică a aurului este 197; atom-gram aur este 197 g; 1,97 : 197=0,01 atom-gram aur.

Exerciţii propuse

Cîte grame reprezintă:

1) 2 atomi-gram sodiu
2) 4 atomi-gram fosfor
3) 10 atomi-gram cadmiu
4) 0,1 atomi-gram magneziu
5) 0,05 atomi-gram aluminiu
6) 1,5 atomi-gram cupru

Cîţi atomi-gram reprezintă:

1) 5 g hidrogen
2) 60 g carbon
3) 80 g calciu
4) 400 g brom
5) 40 g heliu
6) 1,11 g radon

I.2. Masă moleculară. Moleculă-gram

Se înţelege prin *masă moleculară* mărimea nedimensională (relativă) care arată de cîte ori molecula unei substanţe simple sau compuse este mai grea decît unitatea atomică de masă. Se calculează prin însumarea maselor atomice a elementelor componente.

Exemple: masa moleculară a hidrogenului este 2,01594; a oxigenului 31,9988; a azotului 28,0134; a acidului sulfuric este 98,18154; a hidroxidului de sodiu este 39,99717.

În calcule mai puţin precise, masa moleculară se rotunjeşte.

Molecula-gram (mol) este o mărime dimensională care reprezintă cantitatea, în grame, dintr-o substanţă simplă sau compusă egală numeric cu masa moleculară a substanţei.

Exemple: 1 mol H_2=2 g; 1 mol O_2=32 g; 1 mol N_2=28 g.
1 mol H_2SO_4=98 g; 1 mol NaOH=40 g; 1 mol CaO=56 g.
1 mol NH_4Cl=53,5 g.

Deoarece în practică se lucrează uneori cu cantităţi mai mari se foloseşte şi *kilomolul* (*1 kmol=1 000 moli*).

Exemple: 1 kmol NaOH=40 kg; 1 kmol CaO=56 kg.

Probleme rezolvate

Exemplul 1. Cîte grame reprezintă: *a*) 0,1 moli Al_2O_3; *b*) 5 moli H_2S; *c*) 0,05 moli C_2H_2 ?

Rezolvare: *a*) masa moleculară a Al_2O_3=102 şi 1 mol Al_2O_3=102 g, deci 0,1 moli Al_2O_3 reprezintă $102\times0,1=10,2$ g Al_2O_3;

b) masa moleculară a H_2S=34 şi 1 mol H_2S=34 g, deci 5 moli H_2S reprezintă $34\times5=170$ g H_2S;

c) masa moleculară C_2H_2=26 şi 1 mol C_2H_2=26 g, deci 0,05 moli C_2H_2 reprezintă $26\times0,05=1,30$ g C_2H_2.

Scanned with OKEN Scanner

Exemplul 2. Cîţi moli reprezintă: *a*) 20 g H_2; *b*) 16 g Br_2; *c*) 2,8 g CaO ?

Rezolvare: *a*) masa moleculară a H_2=2 şi 1 mol H_2=2 g, deci 20 g H_2 reprezintă 20 : 2=10 moli H_2;

b) masa moleculară a Br_2=160 şi 1 mol Br_2=160 g, deci 16 g Br_2 reprezintă 16 : 160=0,1 moli Br_2;

c) masa moleculară a CaO=56 şi 1 mol CaO=56 g, deci 2,8 g CaO reprezintă 2,8 : 56=0,05 moli CaO.

Exemplul 3. Cîţi kilomoli reprezintă: *a*) 8,8 kg CO_2; *b*) 0,49 kg H_2SO_4; *c*) 8 kg NaOH ?

Rezolvare: *a*) masa moleculară a CO_2=44 şi 1 kmol CO_2=44 kg, deci 8,8 kg CO_2 reprezintă: 8,8 : 44=0,2 kmoli CO_2;

b) masa moleculară H_2SO_4=98 şi 1 kmol H_2SO_4=98 kg, deci 0,49 kg H_2SO_4 reprezintă 0,49 : 98=0,005 kmoli H_2SO_4;

c) masa moleculară a NaOH=40 şi 1 kmol NaOH=40 kg, deci 8 kg NaOH reprezintă 8 : 40=0,2 kmol NaOH.

Exerciţii propuse

Cîte grame reprezintă:

1) 0,01 moli Na_2CO_3
2) 0,5 moli C_6H_6
3) 2,5 moli Fe_2O_3
4) 5 moli HNO_3
5) 6,2 moli CaH_2
6) 12 moli C_4H_{10}

Cîte kilograme reprezintă:

1) 1 kmol $(NH_4)_2SO_4$
2) 0,1 kmol $BaCO_3$
3) 0,05 kmol $Bi(NO_3)_3$
4) 2,5 kmoli O_2
5) 8,5 kmoli $CaCl_2 \cdot 6H_2O$
6) 14 kmoli $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$

Cîţi moli reprezintă:

1) 7,1 g clor
2) 0,365 g HCl
3) 85 g $Ba(OH)_2$
4) 1,25 g $KClO_3$
5) 60 g $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
6) 105 g $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$

II. Legile fundamentale ale chimiei

II.1. Legea conservării masei şi legile proporţiilor

II.1.a. Legea conservării masei

Suma maselor substanţelor care intră într-un proces chimic este egală cu suma maselor care ies din acel proces

sau

În orice proces chimic, masa substanţelor care se combină rămîne constantă (Lomonosov 1748 — Lavoisier 1772).

Scanned with OKEN Scanner

Exemple:

$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

$$100\ g = 56\ g + 44\ g$$

$$H_2 + {}^1/_2\ O_2 = H_2O$$

$$2\ g + 16\ g = 18\ g$$

Legea conservării masei dovedeşte caracterul indestructibil al materiei, caracterul ei de veşnică transformare.

Această lege *se verifică numai în unităţi de masă.* Verificarea în volume nu este posibilă, deoarece cele mai multe reacţii între gaze au loc cu modificare de volum.

II.1.b. Legea proporţiilor definite sau legea constantei compoziţiei

Indiferent de modul prin care se obţine o substanţă compusă, substanţele simple ce o alcătuiesc se unesc întotdeauna în aceleaşi proporţii de masă (L. J. Proust 1805).

Exemplu: În HCl obţinut fie prin sinteză directă:

$$H_2 + Cl_2 = 2HCl$$

fie prin reacţia:

$$2NaCl + H_2SO_4 = 2HCl + Na_2SO_4$$

raportul H : Cl va fi întotdeauna 1 : 35,5 (în greutate).
În cazul apei, raportul H : O va fi întotdeauna 1 : 8 (în greutate).

II.1.c. Legea proporţiilor multiple

Cînd două elemente se combină între ele pentru a forma mai multe combinaţii, atunci diferitele cantităţi ale unuia din elemente, care se combină cu aceeaşi cantitate din cel de-al doilea element, se găsesc între ele în raporturi simple de numere întregi (J. Dalton 1804).

Exemplul clasic îl prezintă cei cinci oxizi ai azotului:

N_2O	28 : 16	sau	14 : 8	sau	1 : 1
NO	14 : 16	„	14 : 16	„	1 : 2
N_2O_3	28 : 48	„	14 : 24	„	1 : 3
NO_2	14 : 32	„	14 : 32	„	1 : 4
N_2O_5	28 : 80	„	14 : 40	„	1 : 5

Scanned with OKEN Scanner

Un alt exemplu sînt sulfurile fierului, la care, la aceeaşi cantitate de fier, corespund cantităţi de sulf în raportul 2 : 3 : 4.

II.1.d. Legea proporţiilor echivalente*

Raportul maselor a două elemente care se pot înlocui reciproc în combinaţiile lor au în general aceeaşi valoare. Masele corespunzătoare celor două elemente sînt echivalente. Rapoartele de echivalenţă se comportă ca numere întregi.

La baza acestei legi stă ideea determinării cantităţii necesare dintr-un element care poate înlocui pe a altuia într-o combinaţie oarecare.

De exemplu, comparînd NaCl cu CuCl, se vede că 23 g *Na* sînt echivalente cu 63,5 g *Cu*, iar raportul lor va fi 23 : 63,5. Comparînd apoi NaCl cu $CuCl_2$, se vede că 23 g *Na* sînt echivalente cu 31,8 g *Cu*, iar raportul lor va fi 23 : 31,8. Raportul echivalenţilor va fi 23/63,5 : 23/31,8=1 : 2. Deci cele două rapoarte se comportă ca numere întregi.

Legea proporţiilor echivalente permite să se formuleze o altă lege care stă la baza reacţiilor chimice:

În reacţiile de înlocuire, un echivalent dintr-o substanţă scoate din combinaţie exact un echivalent al altei substanţe.

De exemplu, în reacţia $Fe+CuSO_4=FeSO_4+Cu$, 28 g Fe vor înlocui 31,8 g Cu şi deci valorile 28 g şi 31,8 g reprezintă respectiv echivalentul fierului şi echivalentul cuprului.

II.1.e. Consecinţele legilor proporţiilor*

Noţiunea de echivalent chimic este cea mai importantă consecinţă a legilor proporţiilor. În legătură cu aceasta, sînt de reţinut următoarele:

a) *Echivalentul chimic* este cantitatea dintr-un element sau dintr-o substanţă chimică ce se combină sau înlocuieşte 1 g hidrogen, sau 8 g oxigen sau 3 g carbon. (Cifrele indicate (*) sînt rotunjite).

b) *Echivalent-gram* sau val (E) reprezintă cantitatea, în grame, dintr-o substanţă egală numeric cu echivalentul ei chimic (sau echivalentul chimic exprimat în grame). De exemplu:

$$E_H=1 \text{ şi val. } H=1 \text{ g}$$

$$E_H=8 \text{ şi val. } O=8 \text{ g.}$$

c) Cantităţile în greutate în care se unesc două substanţe corespund echivalenţilor lor; de exemplu, dacă se unesc *a* g din A cu *b* g din B, atunci

$$\frac{a}{b}=\frac{E}{E_B}$$

d) Între echivalent, masă atomică şi valenţă există relaţia:

$$\text{echivalent} = \frac{\text{masa atomică}}{\text{valenţă în reacţia respectivă}}$$

e) *În reacţiile de neutralizare*, reacţii cu schimb de protoni, un echivalent-gram este cantitatea de substanţă care reacţionează cu un echivalent-gram de protoni (ion-gram de hidrogen) în reacţia respectivă, iar în *reacţiile de oxidare şi reducere*, prin echivalent-gram se înţelege cantitatea de substanţă care reacţionează cu un electron-gram în reacţia respectivă.

Echivalentul-gram se calculează:

— la elemente, exemplu: la fosfor, în reacţia:

$$P_4 + 6Cl_2 = 4PCl_3$$

$$\text{Echivalentul-gram} = \frac{P}{3} = \frac{31}{3} = 10{,}3267 \text{ g fosfor}$$

În reacţia:

$$P_4 + 10Cl_2 = 4\,P\,Cl_5$$

$$\text{echivalentul-gram} = \frac{P}{5} = \frac{31}{5} = 6{,}196 \text{ g fosfor;}$$

— la acizi monobazici, exemplu: HNO_3.

În reacţii de neutralizare echivalentul-gram este egal chiar cu masa moleculară.

În reacţii de oxidare, cînd reacţia merge pînă la NO:

$$3Cu + 8H\,NO_3 = 3Cu\,(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO$$

$$\text{Echivalentul-gram} = \frac{\text{masa moleculară}}{3} = \frac{63}{3} = 21{,}0053 \text{ g,}$$

iar cînd reacţia merge pînă la N_2O_3:

$$As_2O_3 + 2H\,NO_3 + 2H_2O = 2H_3AsO_4 + N_2O_3$$

$$\text{Echivalentul-gram} = \frac{\text{masa moleculară}}{2} = \frac{63}{2} = 31{,}5 \text{ g;}$$

— *la acizi polibazici*, echivalentul-gram se calculează după numărul de atomi de hidrogen capabili să reacţioneze. Exemplu, la H_2SO_3 în:

$$H_2SO_3 + NaOH = NaHSO_3 + H_2O.$$

$$\text{Echivalentul-gram} = \frac{\text{masa moleculară}}{1} = 82 \text{ g, iar în:}$$

$$H_2SO_3 + NaOH = Na_2SO_3 + 2H_2O$$

$$\text{Echivalentul-gram} = \frac{\text{masa moleculară}}{2} = \frac{82}{2} = 41 \text{ g;}$$

Scanned with OKEN Scanner

— l a b a z e, prin raportul dintre masa moleculară a bazei şi numărul grupărilor OH. Exemplu:

$$\text{Echivalentul-gram al NaOH} = \frac{\text{NaOH}}{1} = 40 \text{ g}$$

$$\text{Echivalentul-gram al Al(OH)}_3 = \frac{\text{Al(OH)}_3}{3} = \frac{78}{3} = 26 \text{ g};$$

— *l a s ă r u r i*, prin raportul dintre masa moleculară şi numărul de echivalenţi de metal în moleculă, care intră în reacţie, adică prin raportul dintre masa moleculară şi produsul dintre valenţa metalului şi numărul atomilor lui din molecula sării respective. Exemplu:

$$\text{Echivalentul-gram } BaCl_2 = \frac{208}{201} = 104 \text{ g};$$

— p e n t r u o x i d a n ţ i ş i r e d u c t o r i se deduce:

1) din numărul de atomi de oxigen cedaţi, respectiv luaţi de o moleculă:

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + \frac{5}{2} = O_2$$

$$2K\ MnO_4 \longleftrightarrow 5\ O \longleftrightarrow 10H$$

$$\text{Echivalentul-gram} = \frac{KMnO_4}{5} = \frac{158{,}03}{5} = 31{,}60 \text{ g}.$$

2) din raportul dintre masa moleculară (atomică) şi numărul de electroni cedaţi, respectiv luaţi, de o moleculă (atom). De exemplu, pentru cazul precedent:

$$Mn^{7+} \xrightarrow{+5\,e} Mn^{2+}$$

deci:

$$\text{Echivalentul-gram} = \frac{KMnO_4}{5} = \frac{158{,}03}{5} = 31{,}60 \text{ g}.$$

III. Calcule stoechiometrice

III.1. Stabilirea coeficienţilor ecuaţiilor chimice prin metoda algebrică

Problemă rezolvată

Să se determine coeficienţii ecuaţiei:

$$FeS_2 + O_2 \longrightarrow Fe_2O_3 + SO_2 \qquad (1)$$

R e z o l v a r e: Notăm cu x, y, z, v, coeficienţii celor patru substanţe ce iau parte la reacţie:

$$xFeS_2 + yO_2 \longrightarrow zFe_2O_3 + vSO_2 \qquad (2)$$

şi stabilim, pe baza legii conservării masei, pentru fiecare element, relaţii algebrice.

pt. Fe $x=2z$

pt. S $2x=v$

pt. O $2y=3z+2v$

Rezolvăm sistemul (de 3 ecuaţii cu 4 necunoscute) dînd uneia din necunoscute o anumită valoare (de exemplu, $x=1$) şi atunci:

$$x=1;\ y={}^{11}/_{4},\ z={}^{1}/_{2},\ v=2$$

sau

$$x=4,\ y=11,\ z=2,\ v=8.$$

Înlocuind valorile necunoscutelor în ecuaţia (2) obţinem:

$$4FeS_2+11O_2=2Fe_2O_3+8SO_2$$

Exerciţii propuse

Să se stabilească coeficienţii ecuaţiilor de mai jos:

1) $Al+HCl \longrightarrow AlCl_3+H_2$
2) $C+H_2SO_4 \longrightarrow CO_2+SO_2+H_2O$
3) $S+HNO_3 \longrightarrow H_2SO_4+NO$
4) $J_2+HNO_3 \longrightarrow HJO_3+NO+H_2O$
5) $NH_3+O_2 \longrightarrow N_2+H_2O$
6) $V_2S_5+O_2 \longrightarrow V_2O_5+SO_2$
7) $Mn_3O_4+Al \longrightarrow Al_2O_3+Mn$
8) $KClO_3 \longrightarrow KCl+O_2$ sau $KCl+KClO_4$
9) $KOH+Cl_2 \longrightarrow KClO+KCl+H_2O$ sau $KClO_3+KCl+H_2O$
10) $H_2SO_3+HClO_4 \longrightarrow HCl+H_2SO_4$.

III.2. Stabilirea compoziţiei substanţelor chimice

Compoziţia unei substanţe chimice se poate exprima în două moduri:
— fie prin raportul cantităţilor elementelor care alcătuiesc substanţa;
— fie în procente greutate

Probleme rezolvate

Exemplul 1. Să se exprime compoziţia $CaCO_3$.

Rezolvare:

— raportul cantităţilor elementelor

$$Ca : C : O=40 : 12 : 48=10 : 3 : 12$$

— procente greutate.

Din raportul cantităţilor elementelor rezultă:

$$10+3+12=25 \text{ părţi.}$$

Se poate scrie:

În 25 părţi...10 părţi Ca...3 părţi C...12 părţi O

$$100.....x.....y.....z$$

$$x=\text{Ca}\%=\frac{10}{25}\cdot 100=40\%;\quad y=\text{C}\%=\frac{3}{25}\cdot 100;\quad z=\text{O}\%=\frac{12}{25}\cdot 100=48\%$$

sau:

Cum masa atomică a calciului este 40 şi masa moleculară a carbonatului de calciu 100, se poate scrie:

$$\text{Ca}\%=\frac{\text{Ca}}{\text{CaCO}_3}\cdot 100=\frac{40}{100}\cdot 100=40\%;\quad \text{C}\%=\frac{\text{C}}{\text{CaCO}_3}\cdot 100=\frac{12}{100}\cdot 100=12\%$$

$$\text{O}\%=\frac{30}{\text{CaCO}_3}\cdot 100=\frac{3,16}{100}\cdot 100=48\%.$$

Exemplul 2. La arderea unei hidrocarburi se obţin 88 g CO_2 şi 54 g H_2O. Să se exprime compoziţia hidrocarburii.

Rezolvare: Pentru a face raportul C : H vom determina cantitatea de carbon din CO_2 şi cantitatea de hidrogen din H_2O:

— în CO_2 avem: C : O=12 : 32=3 : 8 şi deci în 88 g CO_2 vom avea $\frac{3}{11}\cdot 88=24$ g C;

— în H_2O avem: H : O=2 : 16=1 : 8 şi deci în 54 g H_2O vom avea $\frac{1}{9}\cdot 54=6$ g H_2;

— compoziţia hidrocarburii este: C : H=24 : 6=4 : 1 sau

$$\text{C}\%=\frac{4}{5}\cdot 100=75\% \text{ şi } \text{H}_2\%=\frac{1}{5}\cdot 100=25\%.$$

Exerciţii propuse

1. Să se exprime compoziţia oxizilor:

$$Na_2O,\ N_2O,\ CaO,\ MgO,\ Al_2O_3,\ Fe_2O_3,\ CO_2,\ SiO_2,$$
$$N_2O_5,\ P_2O_5,\ SO_3,\ CrO_3,\ Mn_2O_7,\ Cl_2O_7,\ RuO_4,\ OsO_4,\ Fe_3O_4,\ Mn_3O_4$$

2. Să se exprime compoziţia acizilor:

$$HCl,\ HNO_3,\ H_3PO_4,\ H_2S,\ H_2SO_3,\ H_2SO_4$$

3. Să se exprime compoziţia bazelor:

$$NaOH,\ NH_4OH,\ Ca(OH)_2,\ Al(OH)_3$$

Scanned with OKEN Scanner

4. Să se exprime compoziţia sărurilor:

$NaCl$, $CaCl_2$, $AlCl_3$, KNO_3, $Mg(NO_3)_2$, $Al(NO_3)_3$, Na_2SO_4, $(NH_4)_2SO_4$, $CaSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$, Na_3PO_4,

$KCr(SO_4)_2 \cdot 12\,H_2O$, CaS, FeS, Fe_2S_3, V_2S_5, Na_2CO_3, $MgCO_3$ $Ca(HCO_3)_2$

5. Să se exprime compoziţia combinaţiilor organice:

CH_4, C_2H_6, C_2H_4, C_2H_2, C_6H_6, CH_3OH, C_2H_5OH, $C_6H_5NO_2$

$C_6H_5NH_2$, $HCOOH$, CH_3COOH, CH_2O, CH_3CHO, CH_3COCH_3

6. La arderea a 8 g metan, se obţin 22 g CO_2 şi 18 g H_2O. Să se exprime compoziţia produselor de ardere. (Indicaţie — p. 13, III.2.)

— se determină cantitatea de carbon din CO_2, cantitatea de hidrogen din apă, cantitatea de oxigen din CO_2 şi din H_2O.

7. La descompunerea a 25 g $CaCO_3$ se obţin 11 g CO_2 şi 14 g CaO. Se cere compoziţia $CaCO_3$. (Indicaţia de la probl. 6.)

8. Cîte grame CO_2 se obţin prin arderea a 60 g hidrocarbură ce conţine 80% carbon ?

9. Se reduc 8 g CuO cu carbon şi se obţin 2,2 g CO_2. Se cere compoziţia CuO.

10) Cîte g H_2O se obţin prin arderea a 20 g hidrocarbură care conţine 25% hidrogen ?

III.3. Stabilirea formulelor chimice

Formula unei combinaţii chimice se poate stabili dacă se cunoaşte compoziţia acelei combinaţii.

Problemă rezolvată

Să se stabilească formula combinaţiei care conţine Ca—40%, C—12%, O_2—48%.

Rezolvare: Formula va fi de forma $Ca_x\,C_yO_z$, în care:

$$\left.\begin{aligned} Ca_x = 40;\quad x &= \frac{40}{Ca} = \frac{40}{40} = 1 \\ C_y = 12;\quad y &= \frac{12}{C} = \frac{12}{12} = 10 \\ O_z = 48;\quad z &= \frac{48}{O} = \frac{48}{16} = 3 \end{aligned}\right\} \text{deci formula va fi } CaCO_3$$

Se poate lucra şi astfel:

$$Ca_x : C_y : O_z = 40 : 12 : 48$$

$x : y : z = \frac{40}{40} : \frac{12}{12} : \frac{48}{16} = 1 : 1 : 3$, deci formula va fi $CaCO_3$.

Scanned with OKEN Scanner

Exemple propuse

Să se stabilească formula oxizilor care conţin:

	Element %		O_2 %	
1)	N_2 64		36	R*. N_2O
2)	Ca 71		29	R. CaO
3)	C 43		57	R. CO
4)	C 27		73	R. CO_2
5)	S 50		50	R. SO_2
6)	S 40		60	R. SO_3

Să se stabilească formula acizilor care conţin:

1)	H_2	5,9%	S	94,1%	O_2	—	R. H_2S
2)		2,4%		39%		58,6%	R. H_2SO_3
3)		2,04%		32,65%		65,31%	R. H_2SO_4
4)	H_2	27%	Cl_2	97,3%	O_2	—	R. HCl
5)		1,9%		68%		30,1%	R. HClO
6)		1,45%		52%		46,55%	R. $HClO_2$
7)		1,2%		42%		56,80%	R. $HClO_3$
8)		1%		35,5%		63,5%	R. $HClO_4$
9)	H_2	1,25%	P	39%	O_2	59,75%	R. HPO_3
10)		3,6%		38%		58,4%	R. H_3PO_3
11)		3%		32%		65%	R. H_3PO_4

Să se stabilească formula bazelor care conţin:

1)	Na	57,5%	O_2	40,0%	H_2	2,5%	R. NaOH
2)	Ca	54%		43%		3%	R. $Ca(OH)_2$
3)	NH_4	51%		46%		3%	R. NH_4OH
4)	Al	35%		61,5%		3,5%	R. $Al(OH)_3$

Să se stabilească formula combinaţiilor care conţin:

— *sulfuri*:

1)	Fe	63,5%	S	36,5%	R. FeS
2)		53,5%		46,5%	R. Fe_2S_3
3)		46,5%		53,5%	R. FeS_2

* R=rezultate

Scanned with OKEN Scanner

— *carbonaţi*:

4) CaO 30,83% MgO 21,21% CO_2 47,5% R. $Ca{\cdot}Mg(CO_3)_2$
5) Na 43,4% C 11,3% O_2 45,3% R. Na_2CO_3

— *hidraţi*:

6) Cu 25,5% S 12,8% O_2 25,70% H_2O 36% R. $CuSO_4 5H_2O$
7) Ca 18% Cl 32% H_2O 50% R. $CaCl_2 \cdot 6H_2O$

— *substanţe organice*:

8) C 75% H_2 25% R. CH_4
9) 80% 20% R. C_2H
10) 84% 16% (M=28) R. C_2H_4
11) 92% 8% (M=26) R. C_2H_2
12) 92% 8% (M=78) R. C_6H_6
13) C 40% H_2 7% O_2 53% R. CH_2O
14) 37,5% 12,5% 50% R. CH_3CH

Să se stabilească formula combinaţiilor care conţin:

1) Ca : C=5 : 3 R. CaC_2
2) Ca : C : N=10 : 6 : 7 R. $Ca(CN)_2$
3) Ca : S : O=5 : 4 : 8 R. $CaSO_4$

Prin arderea a 7 g hidrocarbură cu masa moleculară 28 se obţin 0,5 moli bioxid de carbon şi 9 g apă. Se cere compoziţia şi formula hidrocarburii.

R. 86%C; 14%H_2; C_2H_4.

Prin prăjirea a 1,20 g substanţă se obţine 2,56 g SO_2 şi 0,8 g oxid de fier care conţine 70% Fe. Se cere formula şi compoziţia substanţei.

R. FeS_2; 46,5% Fe; 53,4%S.

Prin arderea a 12 g hidrocarbură se obţin 0,8 moli CO_2 şi 1,2 moli H_2O. Ştiind că masa moleculară a hidrocarburii este 30, să se determine formula şi compoziţia hidrocarburii.

R. C_2H_6; C : H=4 : 1.

III.4. Calcule cu echivalenţi *

Problemă rezolvată

Exemplul 1. Prin arderea a 5 g aluminiu se obţin 9,44 g A_2O_3. Se cere E_{Al}.

R e z o l v a r e : Oxidul conţine: 5 g Al şi 4,44 g O_2. Deci:

$$\frac{\text{Masa Al}}{\text{Masa } O_2}=\frac{E_{Al}}{E_0} \text{ sau } \frac{5}{4,44}=\frac{E_{Al}}{8} \text{ sau } E_{Al}=9$$

Verificare: $E_{Al}=\frac{\text{masa atomică a Al}}{\text{valenţă}}=\frac{27}{3}=9.$

Exemplul 2. 0,105 g magneziu dezvoltă 95,8 ml hidrogen în condiţii normale. Să se calculeze echivalentul magneziului.

R e z o l v a r e : 1 echivalent-gram de hidrogen $\left(\frac{1}{2}\text{ mol}\right)$ ocupă în condiţii normale un volum de 11 200 ml.

Numărul de echivalenţi-gram de hidrogen este: $\frac{95,8}{11\,200}$.

Numărul de echivalenţi-gram de magneziu este: $\frac{0,105}{E_{Mg}}$.

Deci:

$$\frac{95,8}{11\,200}=\frac{0,105}{E_{Mg}};\ E_{Mg}=12,3.$$

Exemplul 3. Pentru determinarea echivalentului unui element s-au tratat 4,177 g din bromura sa cu azotat de argint, obţinîndu-se 6,542 g bromură de argint. Se cere echivalentul elementului, ştiind că echivalentul bromului este 79,92.

R e z o l v a r e :

$$Me\ Br+AgNO_3 \longrightarrow AgBr+MeNO_3$$

Fie x bromul din bromura metalului.

1 mol AgBr (187,82 g) ... 1 atom-gram Br (79,92 g)

6,54 x

$x=2,78$ g brom

Cantitatea de metal:

$$4,177-2,78=1,397 \text{ g metal.}$$

Calculăm echivalentul metalului din ecuaţia:

$$\frac{1,397}{E_{metal}}=\frac{2,78}{79,98}$$

$$E_{metal}=40.$$

Exerciţii propuse

1. Ştiind că 1 l hidrogen cîntăreşte 0,09 g. În condiţii normale, şi că 1 l hidrogen este pus în libertate prin dezlocuirea în acizi a 2,92 g metal, se cere să se determine echivalentul metalului.

R. 3,2.

Scanned with OKEN Scanner

2. La reducerea a 1,305 g bioxid de mangan cu aluminiu metalic, se obţin 0,015 moli de mangan metalic. Să se determine echivalentul manganului (Indicaţie: v. exemplul 1, III.4.*a*)

R. 13,7.

3. La precipitarea cu azotat de argint a 1,49 g clorură de potasiu (ce conţine 52,36% K), se obţine 2,863 g clorură de argint. Ştiind că echivalentul potasiului este 39, să se determine echivalentul argintului (Indicaţie: v. exemplul 3, III.4.*a*).

R. 107,8.

4. Să se determine echivalentul acidului sulfuric, ştiind că 0,075 moli de acid precipită 0,15 vali de clorură de bariu.

R. 49.

5. Oxidul unui metal conţine 52,94% metal. Ştiind că echivalentul oxigenului este 8 şi masa atomică a metalului este 27, să se determine echivalentul metalului şi formula oxidului său.

R. 9; Me_2O_3 (Al_2O_3).

6. Pentru reducerea a 1,8 g oxid metalic este nevoie de 833 ml hidrogen, în condiţii normale. Se cere echivalentul oxidului şi echivalentul metalului (se dă $\rho\ H_2=0{,}09$ g/l). $\left(\text{Indicaţie: } \rho=\frac{\text{masa}}{\text{volum}}\right)$.

R. 24; 16.

7. Să se determine echivalentul substanţelor de mai jos în reacţii de neutralizare:

a) H_2S, H_2SO_3, H_2SO_4
b) MnO, Mn_2O_3, MnO_2, Mn_2O_7
c) $NaOH$, $Ca(OH)_2$, $Al(OH)_3$

R. 17; 41; 49; 27,5; 53; 35,5; 31,6; 40; 37; 26.

8. Cîte grame reprezintă:

a) 2,5 vali H_2SO_4
b) 0,1 vali H_2S
c) 8 vali H_3PO_4
d) 0,05 vali CaO
e) 0,8 vali $Al_2(SO_4)_3$
f) 3 vali H_3AsO_3

R. 122,5; 1,7; 261,28; 1,4; 45,6; 126

9. Cîţi vali reprezintă:

a) 1,2 g Ca
b) 1 g $CaCO_3$
c) 4,9 g H_2SO_4
d) 0,4 g NaOH
e) 1,32 g FeS
f) 8 g $Ca(OH)_2$

R. 0,06; 0,02; 0,1 0,01; 0,03; 0,21

Scanned with OKEN Scanner

10. Din 19,8008 g bismut se obţin 22,0758 g oxid de bismut. Echivalentul oxigenului este 8. Să se calculeze echivalentul bismutului.

R. 69,63.

11. Un oxid metalic conţine 28,57 g O_2, iar compusul aceluiaşi metal cu fluorul conţine 48,72% F_2. Din aceste date să se determine echivalentul fluorului.

R. 19.

12. Cunoscînd $\rho O_2 = 1{,}4$ g/l, să se calculeze cîţi litri de oxigen se consumă la arderea a 21 g magneziu, al cărui echivalent este 12. (Indicaţie: $\rho = \frac{\text{masa}}{\text{volum}}$).

R. 10 l oxigen.

13. Se cere echivalentul acidului fosforic, ştiind că la înlocuirea în acid a hidrogenului cu calciu, la o parte acid trebuie 0,612 părţi calciu, al cărui echivalent este 20.

R. 32,7.

14. Pentru dizolvarea a 16,86 g metal, se consumă 14,7 g acid sulfuric (echivalentul 49). Să se determine echivalentul metalului şi hidrogenul degajat la dizolvarea metalului.

R. 56,1; 3,36 l H_2.

15. Să se găsească echivalentul acidului fosforic, ştiind că pentru neutralizarea a 9,8 g soluţie 10% se consumă 1,68 g hidroxid de potasiu, al cărui echivalent este 56.

R. 32,7.

III.5. Calcule cu formule chimice

Probleme rezolvate

Exemplul 1. Rezultatele obţinute la analiza unui aliaj de cupru-zinc-nichel s-au exprimat sub forma următoare:

10 g $CuSO_4$
4,17 g $ZnCl_2$
6,6 g $Ni(NO_3)_2$

Se cere compoziţia aliajului.

Rezolvare: Pentru a stabili compoziţia unui aliaj, trebuie să determinăm cantitatea metalelor componente.

a) (Cu) 1 mol $CuSO_4$ (160 g) ..... 1 atom-gram Cu (64 g)
10 g ..... $x_1 \cong 4$ g Cu

Scanned with OKEN Scanner

b) (Zn) 1 mol $ZnCl_2$ (136 g)..... 1 atom-gram Zn (65 g)

4,17 g ..... $x_2 \cong 2$ g Zn

c) (Ni) 1 mol $Ni(NO_3)_2$(183 g).....1 atom-gram Ni (69 g)

6,6 g .....$x \cong 2$ g Ni

d) 4 g Cu+2 g Zn+2 g Ni=8 g aliaj

$Cu\% = \frac{4}{8} \times 100 = 50\%$; $Zn\% = \frac{2}{8} \times 100 = 25\%$; $Ni\% = \frac{2}{8} \times 100 = 25\%$.

Exemplul 2. Determinîndu-se oxidul de calciu din 25 g piatră-de-var s-au găsit 12 g oxid de calciu. Se cere puritatea pietrei-de-var.

Rezolvare: Calculul stoechiometric ne arată că:

a) 1 mol $CaCO_3$ (100 g).....1 mol CaO (56 g)

25 g .....x=14 g CaO

b) 14 g CaO.....100% puritate

12 g CaO.....x=86% puritate

deci piatra-de-var luată în lucru conţine 100—86=14% impurităţi.

Exerciţii propuse

1. Cîte grame carbon şi grame hidrogen se pot obţine din:

a) 100 g CH_4; *b*) 100 g C_2H_4; *c*) 100 g C_2H_2; *d*) 100 g C_6H_6.

R. *a*) 75 g C; 25 g H_2; *b*) 86 g C; 14 g H_2; *c*) 92 g C; 8 g H_2; *d*) 92 g C; 8 g H_2.

2. Care este puritatea sulfatului de cupru, care conţine 36% Cu? Dar puritatea sulfatului de cupru pentahidrat, care conţine 20% Cu?

R. 90% 78%.

3. Un mineral conţine 80% pirită şi 20% sulfură feroasă. Cît sulf conţine 1,5 kg mineral?

R. 750 g S.

4. Un mineral conţine 80% FeS_2 şi 20% FeAsS. Cît sulf conţine 1 kg mineral?

R. 0,46 kg sulf.

5. Cîtă platină se obţine prin descompunerea termică a 25 g $(NH_4)_2PtCl_6$, dacă se pierde 3% metal?

R. ~10,7 g platină.

6. Un carbid conţine 90% carbură de calciu.

Cîţi atomi-gram de calciu şi cîţi atomi-gram de carbon conţin 10 kg carbid?

R. 0,14 atomi-gram calciu; 0,24 atomi-gram carbon.

7. Un furnal înalt se alimentează cu 1 000 t dintr-un minereu de fier conţinînd 69% Fe_3O_4. Cîte tone de fontă se obţin, considerînd că randamentul operaţiei este 93% faţă de conţinutul total în fier şi că fonta rezultată conţine 96% fier.

R. 485 t.

8. O clorură de amoniu tehnică (ţipirig) conţine 26% NH_3. Să se determine puritatea produsului.

R. 81,25%.

9. Cît bismut se obţine din 200 kg minereu care conţine 15% Bi_2S_3, dacă prin rafinare se pierde 3% metal?

R. 23,6 kg bismut.

10. Cîtă azotură de bor BN se obţine din 5 kg bor elementar, dacă randamentul reacţiei este de 90%?

R. 10,26 g BN.

11. Cîţi atomi-gram de oxigen şi moli de hidrogen se obţin prin descompunerea a 0,005 kmoli de apă, dacă se transformă numai 40% din apă?

R. 2 atomi-gram oxigen; 2 moli hidrogen.

12. Ce cantitate de fier se găseşte în 1 t magnetită cu 10% impurităţi? Care este cantitatea de minereu în care se găseşte 1 t fier?

R. 651,7 kg Fe; 1,53 t minereu.

13. La topirea cuprului în aer se formează şi Cu_2O, care face metalul fragil. Calculaţi procentele acestei impurtăţi din proba de cupru, cantitatea de oxigen din probă fiind de 0,22%.

R. 1,98%.

III.6. Calcule cu ecuaţii chimice

Probleme rezolvate

Exemplul 1. Cîte grame de clorat de potasiu trebuie să descompunem pentru a obţine oxigenul necesar formării a 36 g apă?

Rezolvare: *a*) determinăm cantitatea de oxigen necesară formării a 36 g apă: H : O=2 : 16=1 : 8, deci în 36 g apă se găsesc $\frac{8}{9} \cdot 36=32$ g O_2.

b) Ecuaţia reacţiei: $2KClO_3 \longrightarrow 2KCl+3O_2$

3 moli O_2 (3×32 g).....2 moli $KClO_3$ ($2\times122,5$ g)

32 g.....x=81,6 g $KClO_3$.

Exemplul 2. Ce cantitate de $AuCl_3$ se poate obține din 250 g Au? Cu ce randament (η) s-a lucrat, dacă s-au obținut 350 g $AuCl_3$?

Rezolvare: *a)* $Au + {}^3/_2\ Cl_2 \longrightarrow AuCl_3$

1 atom-gram Au (197,2 g)..... 1 mol $AuCl_3$ (303,7 g)

250 g..... $x = 385$ g $AuCl_3$ ($\eta = 100\%$)

b) $\eta = \frac{350}{385} \times 100 = 91\%$.

Exerciții propuse

1. Acidul clorhidric reacționează cu hidroxidul de sodiu și formează clorură de sodiu și apă. Folosindu-se 14,6 g acid clorhidric și 25 g hidroxid de sodiu, să se afle care din aceste substanțe a fost în exces și în ce cantitate.

R. 9 g NaOH.

2. Dolomita este un mineral alcătuit din $CaCO_3$ și $MgCO_3$. Presupunînd că dolomita conține cei doi carbonați în părți egale, se cere cantitatea de carbon din 1 kg dolomită.

R. 0,13 kg carbon.

3. Prin descompunerea vaporilor de apă cu fier incandescent se obțin 35,7 kilomoli hidrogen. Determinați consumul de fier și cantitatea de Fe_3O_4 ce rezultă

R. 1499,4 kg Fe; 2070 kg Fe_3O_4.

4. Cîți moli de clorat de potasiu trebuie să se descompună pentru ca oxigenul rezultat să transforme 0,25 atomi de aluminiu metalic în trioxid de aluminiu?

R. 0,125 moli.

5. Să presupunem că punem în situația de a reacționa 1 mol de pentoxid de fosfor cu 4 moli de oxid de calciu. Reacția este totală? Care din substanțe este în exces? Cîți moli de sare se obțin?

R. Nu; CaO; 1 mol sare [1 mol $Ca_3(PO_4)_2$].

6. Prin acțiunea acidului sulfuric asupra clorurii de sodiu rezultă acid clorhidric. Acidul clorhidric rezultat este oxidat cu ajutorul bioxidului de mangan. Clorul obținut din ultima reacție înlocuiește 12,7 g iod dintr-o soluție de iodură de potasiu. Se cere cantitatea de clorură de sodiu intrată în reacție.

R. 11,7 g NaCl.

7. Într-o fabrică se ard zilnic 300 kg cărbune ce conține 2% sulf. Cîți kilomoli de SO_2 se obțin în 30 de zile și cîte kilograme acid sulfuric se poate fabrica cu bioxidul de sulf obținut?

R. 5,6 kmoli SO_2; 551,2 kg H_2SO_4.

Scanned with OKEN Scanner

8. Cîte grame pentoxid de fosfor se obţin la arderea unei cantităţi de 280 g fosfor, dacă pierderile se ridică la 10%?

R. 577,4 g P_2O_5.

9. Se dau 5 l apă care conţine 0,2 moli bicarbonat de calciu la litru. Ce cantitate de oxid de calciu trebuie să „stingem" pentru ca hidroxidul rezultat să precipite complet bicarbonatul de calciu?

R. 1 mol (56 g CaO).

10. Praful de puşcă arde conform ecuaţiei:

$$2KNO_3+3C+S=K_2S+3CO_2+N_2$$

Cîţi moli de hidroxid de calciu sînt necesari pentru a absorbi bioxidul de carbon rezultat prin arderea a 100 g praf de puşcă?

R. 1,1 moli.

11. Ce cantitate de clorură de sodiu este necesară pentru a prepara 25 kg acid clorhidric 32%, dacă pierderile reprezintă 4%.

R. 13,4 kg NaCl.

12. Cîţi moli de aluminiu metalic sînt necesari pentru a reduce la metal 0,5 moli pentoxid de vanadiu? Presupunînd că cele două cantităţi de metale (aluminiu şi vanadiu) ar forma un aliaj, se cere compoziţia procentuală a aliajului.

R. $^5/_3$ moli Al; 53,1% V şi 46,9% Al.

13. Cît staniu metalic se obţine din 5 kg casiterit de 30% puritate, dacă randamentul operaţiei este de 80%? Cîţi kilomoli de carbon se consumă?

R. 0,949 kg Sn; 0,010 kilomoli C.

14. Se pune în contact 10 g oxid de zinc cu o soluţie care conţine 20 g acid clorhidric. Reacţionează tot oxidul? Cîţi moli de sare se obţin?

R. Da; 0,123 moli $ZnCl_2$.

15. Se amestecă 9,125 g acid clorhidric gazos cu 5,74 g amoniac. Ce cantitate de clorură de amoniu se formează? Cît gaz rămîne în exces după reacţie?

R: 13,38 g HN_4Cl; 1,49 g NH_3.

IV. Probleme generale în legătură cu mărimile fundamentale ale teoriei atomo-moleculare şi cu legile de bază ale chimiei

Probleme rezolvate

Exemplul 1. Ce cantitate de acid sulfuric 60% se poate prepara din 7,5 t pirită (FeS_2) cu 8,7% gangă, dacă pierderile de SO_2 reprezintă 3,8%.

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare:

— Reacţiile care au loc sînt:

$$4FeS_2+11O_2=2Fe_2O_3+8SO_2$$

$$SO_2+{}^1/_2O_2=SO_3$$

$$SO_3+H_2O=H_2SO_4$$

— Dacă ganga reprezintă 8,7% înseamnă că în 100 t pirită impură sînt 100—8,7=91,3 t FeS_2 100%.

Deci dacă:

100 t FeS_2 conţin 91,3 t FeS_2 100%

7,5 t FeS_2 vor conţine x=6,85 t FeS_2 100%

— Din ecuaţiile chimice scrise rezultă raportul de echivalenţă:

$$FeS_2 \longleftrightarrow 2SO_2 \longleftrightarrow 2H_2SO_4$$

Adică:

120 t FeS_2.....2. 98 t H_2SO_4

6,85 t FeS_2.....x 0,6 t H_2SO_4

x=18,66 t H_2SO_4 60%

— Cum pierderile sînt 3,8%, înseamnă că din 100 t H_2SO_4 60% rămîn numai 100—3,8=96,2 t H_2SO_4 60%.

Deci dacă:

din 100 t H_2SO_4 rămîn 96,2 t H_2SO_4

atunci din 18,66 t H_2SO_4 vor rămîne x=18 t H_2SO_4 60%.

Exemplul 2. Ce cantitate de zinc şi acid clorhidric 10% sînt necesare pentru a prepara 15 l hidrogen, dacă pierderile reprezintă 8%.

Rezolvare:

— Reacţia care are loc este:

$$Zn+2HCl=ZnCl_2+H_2$$

— Din ecuaţia chimică rezultă raportul de echivalenţă:

$$H_2 \longleftrightarrow Zn \longleftrightarrow 2HCl$$

22,4 l H_2 ... 65,38 g Zn ..... 72,93 g HCl

15 l H_2.....x.....$y \cdot \frac{10}{100}$

$$x=\frac{65,38 \cdot 15}{22,4}=43,78 \text{ g Zn}$$

$$y=\frac{15 \cdot 72,93 \cdot 100}{22,4 \cdot 10}=488 \text{ g HCl 10\%}.$$

— Cum pierderile sînt 8% înseamnă că va trebui mai mult Zn şi HCl, şi anume:

Pentru (100—8)=92 g Zn trebuie.....100 g Zn şi pentru

43,78 g Zn.....x=47,59 g Zn

Analog şi pentru HCl

100—8=92 g HCl.....100 g HCl

488 g HCl.....y=530,8 g HCl 10%.

Exerciţii propuse

1. Prin arderea a 0,78 g dintr-o hidrocarbură (C_xH_y) se obţin 0,06 moli CO_2 şi 0,06 vali apă vapori. Se cere formula şi compoziţia hidrocarburii, ştiind că masa ei moleculară este egală cu 78.

R. C_6H_6; 92% C.

2. La arderea a 2 g dintr-un mineral se obţin 2 g bioxid de sulf şi 1,2 g oxid de fier (care conţine 70% Fe). Se cere:

a) conţinutul în sulf, în fier şi în impurităţi (%) al mineralului;

b) care este formula combinaţiei pe care o conţine mineralul?

R. *a*) 50% S; 42% Fe; 8% impurităţi;

b) FeS_2.

3. La descompunerea a 4,5 g dintr-un acid organic se produc 1,4 g oxid de carbon, 2,2 g bioxid de carbon şi 0,9 g apă. Se cere formula şi compoziţia acidului organic.

R. COOC; 26,6% C; 2,22% H_2; 71,10% O_2.
|
COOH

4. Un acid anorganic A conţine: 1% H_2; 35% Cl_2 şi 64% O_2. Acest acid reacţionează cu acidul sulfuros şi produce acid clorhidric şi acid sulfuric. Se cere compoziţia (% greutate) a amestecului de acizi rezultaţi, dacă în reacţie intră 0,1 moli acid *A*. Cu cîţi moli de hidroxid de sodiu se neutralizează amestecul de acizi?

R. $HClO_4$, 0,4 moli H_2SO_4; 0,1 moli HCl; 91,6% H_2SO_4; 8,4% HCl; 0,9 moli NaOH.

5. Prin acţiunea apei asupra a 5 kg carbid ce conţine 90% carbură de calciu se obţine acetilenă şi hidroxid de calciu. Să se determine cantitatea (moli) de acetilenă rezultată şi cantitatea (moli şi grame) de acid sulfuric necesar pentru neutralizarea hidroxidului de calciu rezultat din reacţie.

R. 70 moli C_2H_2; 70 moli H_2SO_4; 6860 g H_2SO_4.

6. Se dau 10 kg calcar de 80% puritate, care prin calcinare trece în oxid de calciu şi bioxid de carbon. Oxidul de calciu cu cărbune (în cuptorul

electric) produce carbură de calciu. Carbura de calciu cu apă produce acetilenă. Prin polimerizarea a 3 molecule de acetilenă se obţine benzen. Să se determine cantitatea de benzen lichid (în litri) ce se obţine, ($\rho C_6H_6 = 0{,}9$ g/cm³).

R. 2,3 l benzen.

7. Se reduc aluminotermic 2,5 moli oxid de fier, care conţine 70% Fe. Se cere: *a*) cantitatea (în atomi-gram) de aluminiu intrată şi de fier ieşită din reacţie; *b*) presupunînd că cele două cantităţi de metal ar forma un aliaj, să se exprime compoziţia procentuală a aliajului.

R. *a*) 5 atomi-gram Al; 5 atomi-gram Fe; *b*) 32,5% Al; 67,5% Fe.

8. 7,8 g amalgam de potasiu (aliaj Hg-K) reacţionează cu apa şi dă o soluţie alcalină care se neutralizează cu 6,3 g acid azotic. Se cere conţinutul procentual de potasiu în amalgam şi cantitatea de apă (moli) necesară reacţiei.

R. 50%K; 0,1 moli apă.

9. Cît fosfor, în greutate, conţine scheletul omenesc, ştiind că greutatea medie a scheletului este 11 kg şi conţinutul său în fosfat de calciu $Ca_3(PO_4)_2$ este de 58%?

R. 1,28 kg.

10. 1,2 g calciu metalic reacţionează cu acidul fosforic şi rezultă fosfat tricalcic şi hidrogen. Se cere: *a*) cantitatea (moli şi grame) de sare obţinută; *b*) conţinutul procentual al sării în calciu şi fosfor; *c*) cantitatea de oxid de fier (III) ce poate fi redusă cu hidrogenul obţinut din reacţie.

R. 0,01 moli=3,1 g sare; 39% Ca 20% P; 41% O_2; 1,6 g Fe_2O_3.

V. Legile gazelor ideale

V.1. Legea Boyle-Mariotte

Legea compresibilităţii izoterme sau legea modificării stării unui gaz la temperatură constantă a fost descoperită independent de R. Boyle în 1669 şi de E. Mariotte în 1676.

Legea se enunţă astfel: presiunea exercitată de o cantitate de gaz, la temperatură constantă, este invers proporţională cu volumul ocupat de gaz.

Expresia matematică a legii este: $p = K/v$ *(1)*, în care K este o constantă a cărei valoare depinde de masa gazului şi de unităţile de măsură ale presiunii şi volumului adoptate;

Scanned with OKEN Scanner

Trecînd gazul de la starea p_0v_0 la diferite alte stări, la temperatură constantă, este valabilă relaţia:

$$p_0v_0=p_1v_1=p_2v_2=\ldots\ldots p_nv_n \qquad (2)$$

ceea ce înseamnă că *produsul dintre presiune şi volum, la temperatură constantă, este constant* pentru toate stările prin care trece gazul la modificarea presiunii, respectiv a volumului.

În reprezentare grafică, izoterma $p-v$ reprezintă o hiperbolă echilateră ale cărei extremităţi tind asimptotic către cele două axe de coordonate (funcţie de tipul $y=a/x$ (fig. 1 şi 2).

p atm	v l	pv l×atm
4	0,5	2
2	1	2
1	2	2
0,5	4	2

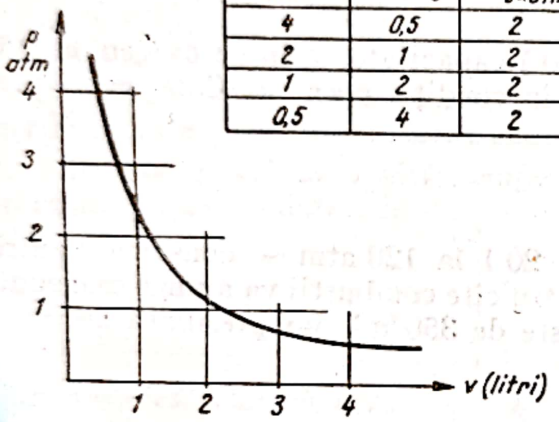


Fig. 1. Legea Boyle-Mariotte (Izoterma unui gaz ideal).

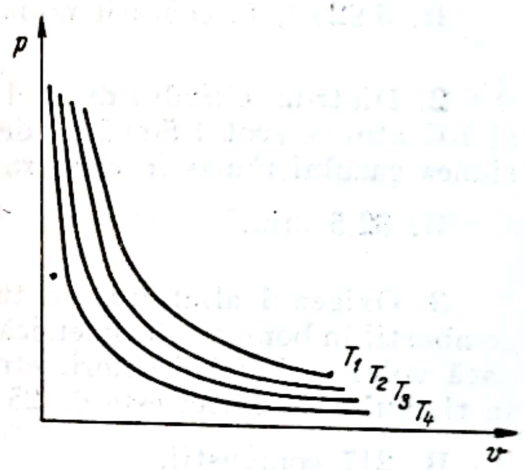


Fig. 2. Legea Boyle-Mariotte (Izotermele unui gaz ideal, la mai multe temperaturi).

O formă particulară a relaţiei (2) se obţine dacă în acea relaţie se înlocuieşte volumul prin valoarea sa exprimată în funcţie de densitate (ρ):

$$\frac{\rho_1}{p_1}=\frac{\rho_2}{p_2}=\frac{\rho_3}{p_3}=\ldots\ldots=\frac{\rho_n}{p_n}=K \qquad (3)$$

Relaţia (3) ne arată că la temperatură constantă, densitatea unui gaz este proporţională cu presiunea.

Problemă rezolvată

Dintr-un cilindru de oţel de 40 l capacitate, umplut cu gaz la 0 °C şi 150 atm, se scot 1000 l gaz în condiţii normale*. Ce presiune va indica manometrul?

Rezolvare: Aducem gazul din cilindru la condiţii normale folosind relaţia: $p_1v_1=p_2v_2$ sau înlocuind:

$$v_1=\frac{150\times 40}{1}=6000\ \text{l}.$$

* Condiţii normale: presiunea de 760 mm Hg şi temperatura de 0 °C.

Scăzînd 1 000 l de gaz, cantitatea de gaz rămas (5 000 l) o introducem din nou în cilindru: $p_3v_3=p_4v_4$ sau înlocuind:

$$p_4=\frac{p_3v_3}{v_4}=\frac{1\times 5\,000}{40}=125 \text{ atm.}$$

Exerciţii propuse

1. Un cilindru de oţel de 40 l capacitate conţine un gaz la 150 atm. Cîţi litri de gaz trebuie să se scoată, în condiţii normale, pentru ca presiunea în cilindru să fie de 2 atm?

R. 5 920 l, în condiţii normale.

2. Dintr-un cilindru de oţel de 40 l capacitate, plin cu oxigen la 0 °C şi 100 atm se scot 1 500 litri de gaz în condiţii normale. Care va fi presiunea gazului rămas în cilindru?

R. 62,5 atm.

3. Oxigenul aflat într-un tub de 20 l la 120 atm se consumă pentru combustii în bomba calorimetrică. Pentru cîte combustii va ajunge oxigenul, dacă volumul bombei calorimetrice este de 350 ml, iar presiunea necesară în timpul combustiei este de 25 atm?

R. 217 combustii.

4. Într-un tub se găsesc 12 kg oxigen la 120 atm.
Folosind o parte din gaz, presiunea a scăzut la 30 atm.
Ce cantitate de gaz a rămas în cilindru?

R. 3 kg.

5. Dintr-un cilindru de 40 l capacitate, în care se găsesc 40 kg Cl_2 la 8 atm, se scot 10 kg clor. Ce presiune va avea gazul rămas în cilindru?

R. 6 atm.

6. Un balon de 8 l capacitate, umplut cu un gaz la 6 atm, este pus în legătură cu un alt vas fără aer. Presiunea finală este de 2 atm. Care este capacitatea vasului gol unit cu balonul?
(Indicaţie: volumul final este 8 l$+x$.)

R. 16 l.

7. Ce volum ocupă 65 g aer la 730 mm şi 0 °C (ρ_{aer} = 1,293 g/l)?

R. ~ 52 l. (Indicaţie: se utilizează relaţia $v=\frac{m}{\rho}$.)

Scanned with OKEN Scanner

V.2. Legile Charles — Gay-Lussac.
Ecuaţia de stare a gazelor ideale

V.2.a. Legea dilatibilităţii izobare

La presiune constantă, volumul unui gaz se măreşte sau se micşorează, pentru fiecare grad de temperatură, cu 1/273 din volumul iniţial* sau:

Coeficientul mediu de dilatare în volum al gazelor (αv), între două temperaturi şi la presiune constantă, este independent de temperatură şi de presiune.

Expresia matematică a acestei legi este:

$$v = v_0(1+\alpha t) \qquad (1)$$

în care: v_0 este volumul iniţial, v este volumul la t °C, t este numărul de grade cu care se modifică starea gazului, iar α are valoarea 0,003667.

Trecînd gazul la o altă temperatură t_1 ($t_1 > t$), creşterea absolută a volumului este dată de relaţia:

$$v_1 - v = v_0 \cdot \frac{t_1 - t}{273}, \qquad (2)$$

iar creşterea relativă a volumului este dată de relaţia:

$$\frac{v_1}{v} = \frac{273+t_1}{273+t} = \frac{T_1}{T}, \qquad (3)$$

în care se arată că volumul unei mase de gaz este proporţional cu temperatura absolută.

Reprezentată grafic, ecuaţia (1) este o dreaptă ($y = mx + n$) (fig. 3).

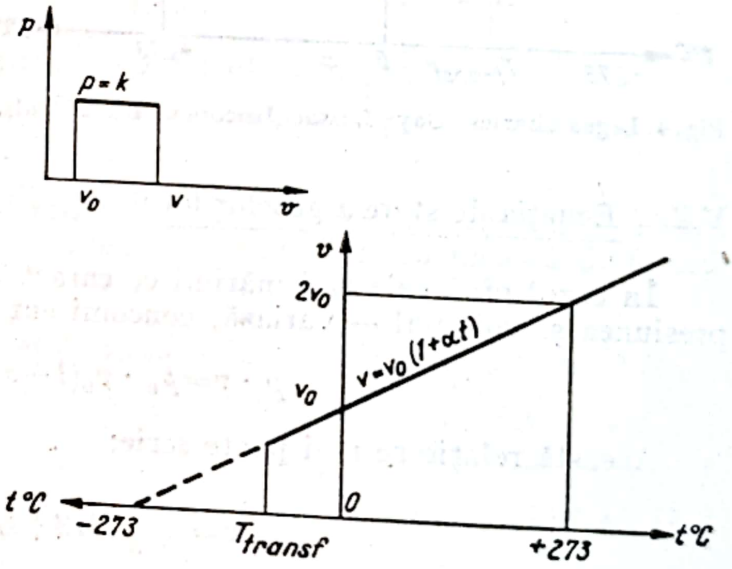


Fig. 3. Legea Charles — Gay-Lussac (Izobara unui gaz ideal).

O formă particulară a relaţiei (3) se obţine prin înlocuirea volumului cu densitatea:

$$\frac{\rho_1}{\rho} = \frac{T}{T_1},$$

care ne arată că densitatea unui gaz este proporţională cu temperatura absolută.

---

* Observaţia că volumul unui gaz variază nu numai cu presiunea, ci şi cu temperatura a fost făcută întîi de J. A. Charles (1787) şi apoi de Gay-Lussac (1802), care a determinat şi cantităţile cu care variază volumul unui gaz la schimbarea temperaturii.

Scanned with OKEN Scanner

V.2.b. Legea dilatabilității izocore

La volum constant, presiunea unui gaz crește sau descrește, pentru fiecare grad de temperatură, cu 1/273 din presiunea inițială, sau:

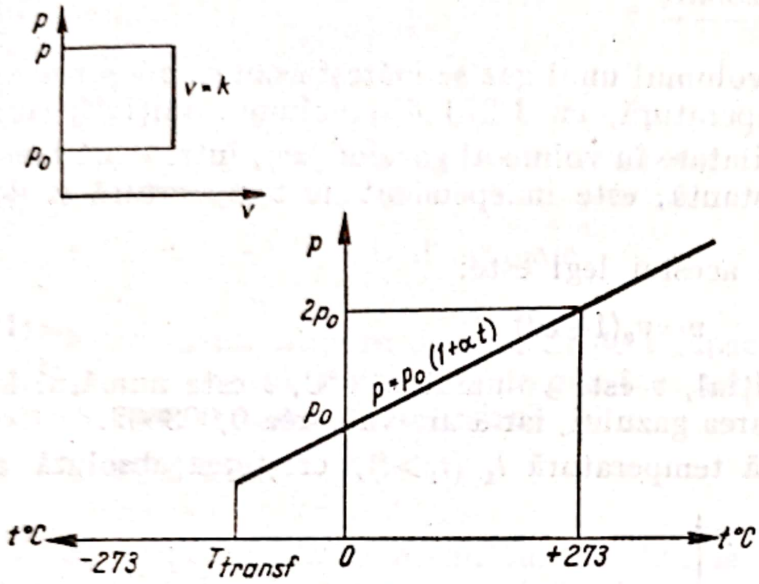


Fig. 4. Legea Charles–Gay–Lussac (Izocora unui gaz ideal).

Coeficientul termic al presiunii (β sau $d_p=\alpha v$), la volum constant, este egal cu coeficientul de dilatare în volum al aceluiași gaz.

Expresia matematică a acestei legi este:

$$p=p_0(1+\beta t) \qquad (4)$$

în care p_0 și p sînt, respectiv, presiunea inițială și presiunea la temperatura t.

Reprezentarea grafică a relației (4) este analogă cu aceea a legii precedente (fig. 4).

V.2.c. Ecuația de stare a gazelor ideale

În cazul cînd cele trei mărimi ce caracterizează gazul — temperatura, presiunea și volumul — variază, concomitent este valabilă relația:

$$p \cdot v=p_0 \cdot v_0(1+\alpha t) \qquad (5)$$

Această relație se mai poate scrie:

$$pv=\frac{p_0 v_0}{273}(273+t) \qquad (6)$$

sau $p \cdot v=R \cdot T$

Aceasta este ecuația de stare a gazelor ideale și arată că produsul dintre presiunea și volumul unui gaz este proporțional cu temperatura absolută.

În relația (6), R se numește constanta generală a gazelor și are valorile*

$$\mathbf{R}=\frac{p_0 v_0}{273}=\frac{1 \text{ atm} \times 22{,}4 \text{ l}}{273}=0{,}082 \text{ l} \cdot \text{atm/hrd, mol}$$

sau:

$$\mathbf{R}=\frac{p_0 v_0}{273}=\frac{760 \text{ mm} \times 22\,400 \text{ ml}}{2730}=62\,400 \text{ ml} \cdot \text{mm/grad, mol.}$$

* Vezi și V. 3. ec. Mendeleev — Clapeyron și V. 5. Legea lui Avogadro.

Scanned with OKEN Scanner

Probleme rezolvate

Exemplul 1. O butelie care conţine hidrogen la 4 atm este construită pentru a rezista la 12 atm. La ce temperatură are loc explozia buteliei?

R e z o l v a r e: Din enunţ rezultă că volumul este constant şi aplicăm relaţia: $p=p_0(1+\beta t)$, din care determinăm pe t:

$$t=273\,\frac{p}{p_0}-273=546\,^\circ\text{C};\quad \text{Explodează la } t>546\,^\circ\text{C}$$

Exemplul 2. Producţia zilnică a unei uzine de oxigen este de 20 000 m³ de gaz redus la condiţii normale. De cîte butelii de oţel are nevoie uzina în 24 de ore, dacă capacitatea buteliei este de 40 l, presiunea în butelie fiind 150 atm, iar temperatura la care se păstrează buteliile, 15 °C ?

R e z o l v a r e: Aducem cei 20 000 m³ de gaz la condiţiile din butelie, folosind relaţia: $pv=p_0v_0(1+\alpha t)$, de unde:

$$v=\frac{p_0v_0}{p}\cdot\frac{273+15}{273}=\frac{1\times20\,000\,000\times288}{150\times273}\cong 133\,333\text{ l},$$

iar numărul necesar de butelii: 133 333 : 40=3 500 butelii.

Exerciţii propuse

1. Cu cîte grade trebuie încălzit un gaz, care se găseşte la 0 °C, pentru ca: *a*) volumul său să crească de 2 ori; *b*) presiunea sa să crească de 5 ori?
R. 273 °C; 1 092 °C.

2. Care este volumul ocupat de vaporii de apă la 100° şi 0,1 atm ? (Indicaţie: se aplică ecuaţia de stare.)
R. 306 l.

3. 100 ml de gaz, aflat la presiunea normală, se încălzesc de la 18 °C la 30 °C. Se cere noul volum.
R. 104 ml.

4. Pînă la ce temperatură trebuie încălzit un flacon, pentru a îndepărta din el $^1/_5$ din aerul conţinut în flacon la 20 °C?
R. 74 °C.

5. De cîte ori creşte presiunea unui gaz, încălzindu-l de la 25 °C la 100 °C, la volum constant?
R. de 1,27 ori.

6. 500 g calcar de 80 % puritate se tratează cu H_2SO_4. Se cere volumul gazului degajat la 1 atm şi 27,3 °C.
R. 98 l.

7. La o cantitate de clorură de sodiu pură se adaugă 5 kg soluție 98% acid sulfuric. Se cere volumul gazului (HCl) degajat la 27 °C și 6 atm.

R. 0,41 l.

8. Se aprinde un amestec de 1 l hidrogen și 0,5 l oxigen, în condiții normale. Se cere presiunea vaporilor de apă formați, știind că în timpul exploziei temperatura a atins 2300 °C.

R. 14,1 atm.

9. Determinați volumul de gaz, la 10 °C și 740 mm, care rezultă din reacția a 100 g aluminiu metalic cu acid clorhidric diluat.

R. ≃133 l.

10. Ce volum de bioxid de azot rezultă la dizolvarea a 1 kg plumb metalic în acid azotic concentrat ? Gazul a fost cules la 20 °C și 750 mm.

R. 235,1 l.

V.3. Ecuația Mendeleev-Clapeyron *

Dacă ecuația de stare a gazelor ideale, $PV=RT$, se raportează la 1 mol de gaz, atunci poartă numele de ecuația Mendeleev-Clapeyron.

În cazul a n moli de gaz, ecuația devine:

$$PV=nRT. \tag{1}$$

Numărul de moli este dat de raportul între masa gazului (m) și masa lui moleculară (M); deci ecuația Mendeleev-Clapeyron poate fi scrisă în forma generală:

$$PV=\frac{m}{M}\cdot RT. \tag{2}$$

Ecuația de stare a gazelor se folosește în calcule în cazul cînd presiunea și temperatura gazului diferă de cele normale.

Din relația (2), dacă ținem seama că $\rho=\frac{m}{v}$ obținem:

$$\rho=\frac{m}{v}=\frac{P\cdot M}{R\cdot T}, \tag{3}$$

relație care arată că densitatea unui gaz este proporțională cu presiunea (v. și legea Boyle-Mariotte) și cu masa lui moleculară și invers proporțională cu temperatura absolută[1]) (v. și legile Charles-Gay-Lussac).

[1]) Folosim notațiile:
ρ — densitatea, ca masă a unității de volum, exprimată în g/l.
d — densitatea relativă, ca număr dat de raportul dintre densitatea unui gaz și densitatea unui gaz de referință.
ρ — greutatea specifică are aceeași valoare cu densitatea numai că se exprimă în gf/l.

Scanned with OKEN Scanner

Considerînd două gaze avînd masele moleculare M_1 respectiv M_2, la aceeaşi presiune şi temperatură, se poate scrie:

$$\rho_1 = \frac{PM_1}{RT} \quad \text{şi} \quad \rho_2 = \frac{PM_2}{RT}.$$

Raportul ρ_1/ρ_2 va fi: $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}$ (4)

relaţie care arată că raportul densităţilor a două gaze, aflate în aceleaşi condiţii de temperatură şi presiune, este egal cu raportul maselor lor moleculare (v. şi legea lui Avogadro).

Problemă rezolvată

Se cere masa moleculară a benzenului, ştiind că 600 ml din vaporii săi cîntăresc 1,3 g, la 87 °C şi 624 mm.

R e z o l v a r e: Aplicînd relaţia $PV = \frac{m}{M} \cdot RT$ şi înlocuind se poate scrie:

$$M_{C_6H_6} = \frac{mRT}{PV} = \frac{1{,}3 \times 62\,400 \times (273+87)}{624 \times 600} = 78$$

sau

$$M_{C_6H_6} = \frac{mRT}{PV} = \frac{1{,}3 \times 0{,}082 \times (273+87)}{\frac{624}{760} \times 0{,}6} = 78.$$

(Indicaţie: V.2.c.)

Exerciţii propuse

1. Să se calculeze masa a 1 m³ de bioxid de carbon la 27 °C şi 1,5 atm.
R. 2,683 kg.

2. Cît cîntăreşte 1 m³ de aer la 17 °C şi 624 mm ?
R. 1 kg.

3. 640 ml dintr-un gaz la 39 °C şi 471 mm cîntăresc 1,73 g. Se cere masa moleculară a gazului.
R. 71 (este clorul).

4. Un gaz ocupă 380 ml, la 770 mm şi 27 °C. Gazul cîntăreşte 0,5 g. Se cere masa moleculară a gazului.
R. 32 (este oxigenul).

5. Un balon de 650 ml, umplut cu oxigen la 27 °C, cîntăreşte 83,3 g. Balonul gol cîntăreşte 82,1 g. Se cere presiunea gazului.
R. 936 mm Hg.

Scanned with OKEN Scanner

6. 350 ml din vaporii de cloroform, la 91 °C, cîntăresc 1,34 g. Se cere presiunea vaporilor.

R. 728 mm.

7. Să se determine numărul de moli de bioxid de carbon care se găseşte într-un balon de 200 l, la 15 °C şi 2,5 atm.

R. 21,5 moli.

8. Ce volum ocupă 1 kg de aer la 17 °C şi 1 atm ?

R. 820 l.

9. Ce volum ocupă 80 g oxigen la 17 °C şi 1 atm ?

R. 39,6 l.

10. Un amestec de gaze conţine azot şi hidrogen. Numărul de moli de azot este 2. Să se determine numărul de moli de hidrogen şi masa hidrogenului, dacă amestecul ocupă un volum de 20 l la 20 °C şi 3,2 atm.

R. 0,663 moli H_2; 1,34 g H_2.

11. Densitatea unui gaz este 5,37 g/l la 27 °C şi 3 atm. Se cere: *a*) masa moleculară a gazului; *b*) volumul gazului în condiţii normale, ştiind că masa gazului este 5,37 g. (Indicaţie: Se foloseşte întîi relaţia $\frac{m}{v}=\rho$).

R. 44; 1 l.

12. Să se calculeze cantitatea de oxigen dintr-o cameră de dimensiunile $5\times2{,}6\times2$ m, plină cu aer (ce conţine 21% O_2 în volume) dacă temperatura camerei este de 17 °C şi presiunea gazului este 752 mm.

R. 7,26 kg.

V.4. Legea amestecurilor de gaze (J. Dalton) *

Această lege se referă la amestecurile de gaze care nu reacţionează între ele şi se enunţă astfel:

La presiune constantă, volumul total al unui amestec de gaze este egal cu suma volumelor parţiale ale gazelor componente:

$$(p=\text{const.})\quad V=v_1+v_2+\ldots+v_n \qquad (1)$$

sau:

La volum constant, presiunea totală a unui amestec de gaze este egală cu suma presiunilor parţiale ale gazelor componente:

$$(v=\text{const.})\quad P=p_1+p_2+\ldots+p_n \qquad (2)$$

În cazul general, cînd variază simultan şi presiunea şi volumul, legea este exprimată prin relaţia:

$$PV=p_1\cdot v_1+p_2\cdot v_2+\ldots+p_n\cdot v_n \qquad (3)$$

Scanned with OKEN Scanner

Din relaţia (2) şi din legea Boyle-Mariotte s-a dedus că:

$$p_1 = v_1 \cdot p,$$

ceea ce arată că presiunea parţială a unui gaz este dată de produsul dintre presiunea totală a amestecului şi volumul parţial al gazului respectiv.

În sfîrşit, dacă se cunoaşte compoziţia în volume a amestecului de gaze şi este necesară determinarea unei constante fizice a amestecului (densitate, căldură specifică, masă moleculară ş.a.), se foloseşte relaţia:

$$k = k_1 \cdot v_1 + k_2 \cdot v_2 + \ldots + k_n \cdot v_n, \qquad (5)$$

în care k este constanta fizică ce vrem să o determinăm.

Probleme rezolvate

Exemplul 1. Un amestec gazos are compoziţia: g_1—30%, g_2—60%, g_3—10% şi se găseşte la presiunea de 10 atm. Se cer presiunile parţiale ale gazelor componente:

Rezolvare: Folosind relaţia $p_1 = v_1 P$ şi înlocuind se obţine:

$$p_1 = 0{,}3 \times 10 = 3 \text{ atm}$$
$$p_2 = 0{,}6 \times 10 = 6 \text{ atm}$$
$$p_3 = 0{,}1 \times 10 = 1 \text{ atm}.$$

Exemplul 2. Să se calculeze ρ aer pe baza datelor de mai jos:
— *compoziţia aerului*

	% vol	ρg/l
O_2	21	1,429
N_2	78	1,251
Ar	1	1,781

Rezolvare: Aplicînd relaţia:

$$K = k_1 \cdot v_1 + k_2 \cdot v_2 + \ldots k_n \cdot v_n$$

şi înlocuind obţinem:

$$\rho_{aer}(K) = 1{,}429 \times 0{,}21 + 1{,}251 \times 0{,}78 + 1{,}781 \times 0{,}01 = 1{,}293 \text{ g/l}$$

Exemplul 3. Într-un recipient de 3 l capacitate, se introduc:

2 l H_2 la 5 atm
4 l CO_2 la 4 atm
3 l N_2 la 0,5 atm

Se cere presiunea totală a amestecului.

Rezolvare: Se aplică relaţia:

$$PV = p_1 v_1 + p_2 v_2 + p_3 v_3$$

şi înlocuind se obţine:

$$p = \frac{5 \times 2 + 4 \times 4 + 0{,}5 \times 3}{3} = 9 \text{ atm}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Exerciţii propuse

1. Să se calculeze masa moleculară a aerului, pe baza compoziţiei sale în volume:

$O_2 = 21\%$ $\rho_{O_2} = 1{,}429$ g/l
$N_2 = 78\%$ $\rho_{N_2} = 1{,}251$ g/l
$Ar = 1\%$ $\rho_{Ar} = 1{,}781$ g/l

R. $M_{aer} = 29$.

2. Se amestecă 2 l de oxigen cu 4 l de bioxid de carbon. Presiunea amestecului este de 750 mm. Se cere presiunea parţială a gazelor componente.

R. $p_{O_2} = 250$ mm; $p_{CO_2} = 500$ mm.

3. Aerul conţine $\simeq 21\%$ oxigen (în volume). Care este presiunea parţială a oxigenului în aer, în condiţii normale?

R. $p_{O_2} = 159{,}6$ mm.

4. Un amestec de gaze conţine 2 l hidrogen la 700 mm şi 5 l metan la 840 mm. Se cer presiunile parţiale şi presiunea totală a amestecului.

R. 200 mm şi 600 mm.

5. Un amestec de gaze conţine NO şi NO_2. Se cere conţinutul volumetric al gazelor în amestec, dacă presiunile parţiale sînt $p_{NO} = 272$ mm şi $p_{NO_2} = 528$ mm.

R. 34% NO şi 66% NO_2.

6. Un amestec de gaze conţine: 82% N_2 căldura specifică = =0,25 cal/g °C) 10% O_2 căldura specifică=0,22 cal/g °C) şi 8% SO_2 căldura specifică=0,15 cal/g °C). Se cere căldura specifică a amestecului de gaze.

R. 0,24 cal/g °C.

7. Două baloane cu oxigen, de 3 l şi de 4 l, sînt legate printr-o ţeavă cu robinet; cînd robinetul este închis, presiunea gazului în primul balon este de 420 mm, iar în al doilea de 777 mm. Se cere presiunea în cele două baloane, dacă se deschide robinetul.

R. 624 mm.

8. Un amestec de azot şi de oxigen se găseşte într-un rezervor de gaz, cu o capacitate de 5 l, la 20 °C. Presiunea parţială a oxigenului este de 0,5 atm, iar cantitatea de azot aflată în rezervor este de 0,85 moli. Se cere presiunea amestecului de gaze (Indicaţie: Se determină p_{N_2} cu ajutorul ecuaţiei Mendeleev-Clapeyron; $p_{N_2} = 4{,}084$ atm).

R. 4,584 atm.

Scanned with OKEN Scanner

9. Într-un balon de 20 l capacitate se află 30 g oxigen şi 25 g NH_3, la 15 °C. Se cere presiunea parţială a fiecărui gaz.

R. 1,108 atm. şi 1,736 atm.

V.5. Legea volumelor a lui Gay-Lussac (1808) şi legea lui Avogadro (1811)- Ampère (1814)

V.5.a. Legea volumelor

Această lege se referă la două sau mai multe gaze care reacţionează între ele şi stabileşte că există un raport simplu între volumele de gaze intrate şi cele ieşite din reacţie. În general, dacă produsele rezultate din proces sînt tot gazoase, atunci reacţia are loc cu contracţie de volum.

Din studiul reacţiilor chimice care se supun acestei legi, s-a stabilit că:

Tabela 1

Dacă gazele reactante participă în număr de volume	Raportul volumelor gazelor reactante este	Exemple	Atunci	
			Raportul volumelor intrate şi al volumelor ieşite este	Iar contracţia de volum este
egal	1 : 1	$H_2+Cl_2 \longrightarrow 2HCl$	1 : 1	0
neegal	2 : 1	$2H_2+O_2 \longrightarrow 2H_2O$	3 : 2	1/3
	3 : 1	$3H_2+N_2 \longrightarrow 2NH$	2 : 1	1/2

Legea lui Gay-Lussac a stat la baza formulării legii lui Avogadro.

V.5.b. Legea lui Avogadro-Ampère

Două volume egale de gaze identice sau diferite, puse în aceleaşi condiţii de presiune şi temperatură, conţin acelaşi număr de molecule.

Această lege stă la baza teoriei atomo-moleculare moderne; ea completează şi explică legea volumelor.

Legea lui Avogadro este importantă prin numeroasele ei consecinţe şi aplicaţii:

1) A dovedit monoatomicitatea moleculelor metalelor în stare de vapori şi biatomicitatea moleculelor unor gaze (H_2, O_2N_2, F_2, Cl_2).

2) A introdus *volumul gram-molecular* sau *volumul molar* (*vm*) ca mărime a teoriei atomo-moleculare.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 2

Gazul	Vm
H_2	22,430 l
O_2	22,390 l
N_2	22,400 l
CO	22,440 l
CH_4	22,440 l
NH_3	22,390 l

Volumul molar reprezintă volumul ocupat în condiţii normale de către un mol din orice gaz. S-a dovedit că:

1 mol H_2 (2g), 1 mol O_2 (32 g)

1 mol N_2 (28 g), 1 mol CH_4 (16 g)

1 mol CO_2 (44 g) etc. ocupă acelaşi volum în condiţii normale: $Vm = 22{,}41$ l.

N o t ă. 1 kmol din orice gaz, în condiţii normale, ocupă un volum de 22,41 m^3.

Volumul molar al oricărui gaz se determină prin calcul, împărţind masa unui mol de gaz *(g)* la densitatea (ρ g/l) a gazului: de exemplu, în cazul hidrogenului.

$$VmH_2 = \frac{1 \text{ mol } H_2}{\rho H_2} = \frac{2}{0{,}09} \cong 22{,}41 \text{ l.}$$

3) *Numărul lui Avogadro (N)*, determinat de Joseph Loschmidt, este o altă mărime a teoriei atomo-moleculare introdusă de legea lui Avogadro.

Numărul lui Avogadro reprezintă:

— numărul de molecule cuprins în condiţii normale, într-un volum molar din orice gaz, sau

— numărul de molecule cuprins într-o moleculă-gram din orice substanţă independent de temperatură, sau

— numărul de atomi cuprins într-un atom-gram din orice element, independent de temperatură.

El are valoarea:

$$N \cong (6{,}02 + 0{,}0011) \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}.$$

Numărul lui Avogadro nu trebuie confundat cu numărul lui Loschmidt ($2{,}69 \times 10^{19}$ cm^{-3}), care reprezintă numărul de molecule cuprins în 1 ml de gaz ideal, în condiţii normale.

Numărul lui Avogadro mai foloseşte la calcularea masei atomilor şi moleculelor. De exemplu, un atom de hidrogen cîntăreşte:

$$\frac{1}{N} \cdot 1{,}0080 = 1{,}66 \cdot 10^{-24} \cdot 1{,}0080 = 1{,}67 \cdot 10^{-24} \text{ g.}$$

De asemenea, numărul lui Avogadro foloseşte la determinarea prin calcul a dimensiunilor atomilor şi moleculelor. De exemplu, în cazul sodiului, masa atomului=22,997 şi $\rho = 0{,}97$ g/ml), volumul atomic este:

$$\text{Vol. at.} = \frac{22{,}997}{0{,}97} \cong 23{,}7 \text{ ml,}$$

iar volumul unui atom de sodiu:

$$\text{Vol. 1 atom} = \frac{23{,}7}{N} = 3{,}9 \cdot 10^{-23} \text{ ml,}$$

ceea ce corespunde unei sfere de rază 1,86 A°. (Acest calcul mai dovedeşte că dimensiunile atomilor şi moleculelor sînt de ordinul 10^{-8} cm.)

Scanned with OKEN Scanner

4) *Legea lui Avogadro și densitatea gazelor*

Relația:

$$M=29\,d \tag{1}$$

în care:

M — masa moleculară a unui gaz,

d — densitatea gazului față de aer,

$29=22{,}41\times 1{,}293$ — masa moleculară a aerului

este expresia matematică a legii lui Avogadro.

Această relație, sub forma: $M/d\cong 29$ arată că raportul dintre masa moleculară a unui gaz și densitatea lui față de aer este constant și independent de natura gazului.

Considerînd două gaze, de mase moleculare M_1 și M_2, și de mase g_1 și g_2, conținînd $n_1=n_2$ molecule, putem scrie:

$$g_1=n_1\cdot M_1 \quad \text{și} \quad g_2=n_2\cdot M_2.$$

Făcînd raportul $g_1:g_2$, obținem:

$$\frac{g_1}{g_2}=\frac{M_1}{M_2}. \tag{2}$$

Această relație ne spune că (în condiția $n_1=n_2$) raportul maselor a două gaze este egal cu raportul maselor lor moleculare sau: raportul maselor moleculare a două gaze este egal cu raportul densităților lor:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2}=\frac{M_1}{M_2}. \tag{3}$$

Dar raportul $g_1:g_2$ sau $\rho_1:\rho_2$ reprezintă densitatea relativă a primului gaz față de cel de-al doilea:

$$d=\frac{M_1}{M_2} \quad \text{sau} \quad M_1=dM_2. \tag{4}$$

Dacă în relația (4), $M_2=2$ (H_2) atunci:

$$M_1=2d \tag{5}$$

care arată că masa moleculară a unui gaz este egală cu dublul densității sale față de hidrogen. În cazul oxigenului: $M=32\,d$, în cazul aerului $M=29\,d$ etc. (v. și ecuația Mendeleev-Clapeyron).

Relația (1) ne conduce și la o altă concluzie: $d=\frac{M}{29}>1$, gazul este mai greu decît aerul; este exprimat în cazul CO_2:

$$d=\frac{M_{CO_2}}{M_{aer}}=\frac{44}{29}\cong 1{,}5$$

$d=\frac{M}{29}<1$ gazul este mai ușor decît aerul; de ex. gazul H_2 unde:

$$d=\frac{M_{H_2}}{M_{aer}}=\frac{2}{29}=0{,}069$$

(raportul $29:2=14{,}5$ ori ne arată de cîte ori aerul este mai greu decît hidrogenul).

Probleme rezolvate

Exemplul 1. Un mol de apă lichidă este trecut în stare de vapori. De cîte ori creşte volumul apei la trecerea ei în stare de vapori (în condiţii normale)?

Rezolvare: Un mol de apă lichidă cîntăreşte 18 g şi ocupă un volum de 0,018 l. Un mol de apă vapori, în condiţii normale, ocupă un volum de 22,4 l. Rezultatul căutat este dat de raportul 22,4 : 0,018=1 200 ori.

Exemplul 2. Să se determine densitatea şi densitatea faţă de aer a hidrogenului. Să se arate de cîte ori hidrogenul este mai uşor decît aerul.

Rezolvare:

a) 1 mol H_2O (22,4 l).....2 g H_2

1 l ..... x=0,09 g H_2 sau

ρH_2=0,09 g/l

b) $M=29 \cdot d$; $d=\frac{M}{29}=\frac{2}{29}=0{,}069$

c) 29 : 2=14,5 ori.

Exemplul 3. Se dă compoziţia în volume a aerului; $O_2 \cong 21\%$ şi $N_2 \cong 79\%$. Să se determine compoziţia în greutate a aerului.

Rezolvare: Considerăm 100 Vm_{aer}.

a) $21 \times 32=672$ g O_2 şi

$79 \times 28=2212$ g N_2

b) $O_2\% = \frac{672}{672+2212} \cdot 100=23{,}2\%$

$N_2\% = \frac{2212}{672+2212} \cdot 100=76{,}8\%$.

Exemplul 4. Să se determine masa moleculară medie a aerului, pe baza compoziţiei sale în volume (21% O_2 şi 79% N_2).

Rezolvare: $M_{aer}=\frac{21 \times 32+79 \times 28}{100}=29$.

Notă. O altă metodă a fost indicată la legea amestecurilor de gaze (Dalton).

Exerciţii propuse

1. Să se determine formulele unor hidrocarburi, ştiind că la arderea a 1 *Vm* de hidrocarbură se obţine:

1. *Vm* CO_2 şi 2 *Vm* H_2O vap. R. CH_4

2 *Vm* CO_2 şi 1 *Vm* H_2O vap. R. C_2H_2

2 *Vm* CO_2 şi 2 *Vm* H_2O vap. R. C_2H_4

Scanned with OKEN Scanner

2. Cîţi litri H_2O în stare de vapori şi cîţi litri CO_2 se obţin la arderea:

1 *Vm* CH_4 **R.** 22,4 l CO_2 44,8 l H_2O

0,05 *Vm* CO **R.** 1,11 l CO_2

0,5 *Vm* C_2H_2 **R.** 22,4 l CO_2 11,2 l H_2O

8 *Vm* H_2 **R.** 179,2 l H_2O

5 *Vm* C_2H_4 **R.** 224 l CO_2 şi 224 l H_2O

0,1 *Vm* C_2H_2 **R.** 4,48 l CO_2 2,24 l H_2O

3. Să se determine numărul de molecule din:

1 m^3 H_2 **R.** $\frac{1000}{22,4} \cdot N$[1])

5 mol CO_2 **R.** $5 \cdot N$

1 l O_2 **R.** $\frac{1}{22,4} \cdot N$

0,2 l SO_2 **R.** $\frac{0,2}{22,4} \cdot N$

500 ml N_2 **R.** $\frac{0,5}{22,4} \cdot N$

10 l CH_4 **R.** $\frac{10}{22,4} \cdot N$

4. Să se determine numărul de atomi din:

1 mol O_2 **R.** 2 N

0,01 moli H_2 **R.** 0,02 N

0,05 kmol C **R.** 50 N

0,05 atom-gram Au **R.** 0,05 N

0,1 atom-gram Cu **R.** 0,1 N

0,2 atom-gram S **R.** 0,2 N

5. Să se determine masa atomilor de:

H **R.** $1,67 \times 10^{-24}$

O **R.** $26,5 \times 10^{-24}$

N **R.** $23,2 \times 10^{-24}$

Cl **R.** $58,8 \times 10^{-24}$

Al **R.** $44,7 \times 10^{-24}$ g

Ca **R.** $66,5 \times 10^{-24}$ g

Fe **R.** $92,6 \times 10^{-24}$ g

Cu **R.** 105×10^{-24} g

6. Să se determine raza atomilor elementelor de mai jos:

K **R.** 2,38 Å

Ca **R.** 1,97 Å

V **R.** 1,35 Å

Fe **R.** 1,27 Å

Cu **R.** 1,28 Å

N o t ă. Datele necesare se vor lua din tabele uzuale[2])

7. Cîte molecule-gram conţine 1 m^3 de gaz în condiţii normale?

R. 44,64 molecule-gram.

---

[1]) N=numărul lui Avogadro.

[2]) *Tabele de calcul în chimia analitică*, Bucureşti, Ed. tehnică, 1961.

Scanned with OKEN Scanner

8. Să se determine volumul de hidrogen şi de oxigen care rezultă la electroliza a 1 mol de apă lichidă?

R. 22,4 l H_2; 11,2 l O_2.

9. Să se determine volumul ocupat în condiţii normale de cantităţile de gaze de mai jos:

10 g H_2	**R.** 112 l	88 g CO_2	**R.** 44,8 l
16 g O_2	**R.** 11,2 l	6,4 g SO_2	**R.** 2,24 l
56 g N_2	**R.** 44,8 l	1,6 g CH_4	**R.** 2,24 l
35,5 g Cl_2	**R.** 11,2 l	1,4 g C_2H_4	**R.** 1,12 l
112 g CO	**R.** 89,6 l	5,2 g C_2H_2	**R.** 4,48 l

10. Să se determine greutatea, în condiţii normale a cantităţilor de gaze de mai jos:

5,6 l H_2	**R.** 0,5 g	1,12 l CO_2	**R.** 2,2 g
11,2 l O_2	**R.** 16 g	2,24 l SO_2	**R.** 6,4 g
33,6 l N_2	**R.** 42 g	4,48 l CH_4	**R.** 3,2 g
44,8 l Cl_2	**R.** 142 g	8,96 l C_2H_4	**R.** 11,2 g
112 l CO	**R.** 140 g	3,36 l C_2H_2	**R.** 39 g

11. Să se determine densitatea şi densitatea faţă de aer a gazelor de mai jos:

O_2	**R.** 1,4 g/l şi 1,1	CH_4	**R.** 0,7 g/l şi 0,55
N_2	**R.** 1,25 g/l şi 0,9	C_2H_2	**R.** 1,1 g/l şi 0,9
Cl_2	**R.** 3,1 g/l şi 2,45	C_2H_4	**R.** 1,25 g/l şi 0,9
CO_2	**R.** 1,9 g/l şi 1,5	C_2H_6	**R.** 1,3 g/l şi 1,03
SO_2	**R.** 2,8 g/l şi 2,2.	CH_2O	**R.** 1,3 g/l şi 1,03.

12. Să se determine densitatea aerului pe baza compoziţiei sale în volume: N_2=78,3%; O_2=21%; Ar=0,94%; CO_2=0,03%.

R. 1,29 g/l.

13. Să se determine masa moleculară medie a amestecurilor gazoase de mai jos:

a) 60% CO şi 40% H_2 **R.** 17,60
b) 42% CO_2 şi 58% N_2 **R.** 34,72

14. Densitatea faţă de aer a gazului de iluminat este 0,4. Cît cîntăreşte 1 m^3 gaz de iluminat în condiţii normale?

R. ≅510 g.

Scanned with OKEN Scanner

15. Să se determine masa moleculară a amoniacului, cunoscînd densitatea sa față de aer (0,59).

R. 17.

16. Densitatea clorului lichid este 1,5 g/ml. Cîți litri de clor gazos se obțin din 80 ml clor lichid ?

R. 37,9 l clor gazos.

17. Să se determine formula substanței organice care conține:

$$64{,}87\%C;\ 21{,}62\%O_2;\ 13{,}51\%\ H_2$$

știind că densitatea vaporilor ei față de aer este 2,56.

R. $C_4H_{10}O$.

18. Să se calculeze: compoziția procentuală, densitatea, densitatea față de aer și față de hidrogen a substanței gazoase P_2H_4.

R. 93,9% P; 6,7% H_2; $\rho=2{,}95$ g/l; $d_{aer}=2{,}27$; $d_{H_2}=33$.

19. O combinație gazoasă conține 42,86% C și 57,14% O_2. Densitatea acestui gaz față de clor este 0,396. Să se determine formula substanței și densitatea ei față de aer.

R. CO; 0,96.

VI. Probleme generale

1. Densitatea unui gaz față de aer este 0,069. Se cere: *a*) masa moleculară și formula gazului; *b*) volumul gazului, în condiții normale, care se combină cu 10 moli oxigen.

R. 2; H_2; 20 moli.

2. O substanță gazoasă are compoziția 88,89%C și 11,11%H_2, iar densitatea ei față de aer este 1,8622. Se cere: *a*) masa moleculară a substanței; *b*) formula brută a substanței.

R. 54; C_2H_3; formula reală C_4H_6.

3. Se ard 30 kg carbon pur. Se cere: *a*) aerul necesar arderii dacă 1/3 din carbon arde cu formare de CO_2 și $^2/_3$ din carbon arde cu formare de CO (aerul conține 1/5 volume O_2); *b*) volumul total al gazelor de ardere.

R. *a*) 186 m^3 aer; *b*) 56 m^3.

4. Oxigenul rezultat prin descompunerea termică a 100 g $KClO_3$ este pus în contact cu 50 l hidrogen în condiții normale. Se cere: *a*) cantitatea de oxigen rezultată din descompunerea $KClO_3$ dat; *b*) cantitatea de oxigen

Scanned with OKEN Scanner

care leagă hidrogenul dat şi numărul de moli de apă ce rezultă din reacţie; *c*) compoziţia finală a amestecului gazos.

R. *a*) 27,5 l O_2; *b*) 25 l O_2 şi 40 g H_2O;
c) 50 l H_2O în stare de vapori şi 2,5 l O_2.

5. Carbidul se obţine în cuptorul electric din var şi cărbune. Se cere: *a*) cantitatea de carbură de calciu ce se poate obţine din 1 tonă de 90% puritate; *b*) cantitatea (în m^3) de C_2H_2 ce rezultă prin reacţia carburii de calciu de la punctul *a*) cu apă; *c*) cantitatea de benzen (în m^3) ce se poate fabrica din C_2H_2 de la punctul *b*) ($\rho C_6H_6=0,9$ g/ml), dacă randamentul reacţiei este de 80%.

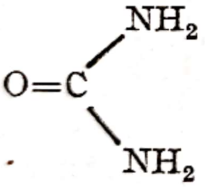
R. 1 030 kg CaC_2; 350 m^3 C_2H_2; 0,97 m^3 C_6H_6.

6. O substanţă organică conţine:

$$H : C : O : N = 1 : 3 : 4 : 7.$$

Se cere:

a) formula şi compoziţia (% greutate) substanţei;
b) presupunînd că această substanţă s-ar descompune la cald în CO, N_2 şi H_2, să se determine volumul amestecului gazos obţinut prin descompunerea a 0,25 kmoli de substanţă;
c) volumul şi greutatea amoniacului ce se poate obţine cu azotul de la punctul *b*);
d) numărul de mililitri de alcool metilic ($\rho=0,8$ g/ml) ce se obţine cu oxidul de carbon de la punctul *b*), dacă randamentul hidrogenării este de 90%.

R. *a*)  ; *b*) 22,4 m^3 amestec gazos; *c*) 0,3 kmoli NH_3 (8,5 kg NH_3 şi 11,2 m^3 NH_3); *d*) 9 000 ml alcool metilic.

7. O hidrocarbură gazoasă conţine 75% C şi 25% H_2.

O cantitate de 4 kmoli de hidrocarbură se descompune termic şi se obţine negru de fum şi hidrogen.

Se cere:

a) să se stabilească formula hidrocarburii;
b) să se calculeze densitatea şi densitatea faţă de aer a hidrocarburii;
c) cantităţile de carbon şi de hidrogen obţinute prin descompunerea termică a hidrocarburii;
d) cantitatea de fier ce se poate obţine din Fe_2O_3, prin reducere cu negrul de fum de la punctul *c*);
e) cantitatea de amoniac ce se poate obţine cu hidrogenul de la punctul *c*), dacă randamentul reacţiei este de 90%;
f) greutatea soluţiei de hidroxid de amoniu 20% ce se poate obţine cu amoniacul de la punctul *e*);

Scanned with OKEN Scanner

g) volumul de aer necesar arderii hidrocarburii dacă aerul conține $^1/_5$ volume O_2.

R. *a*) CH_4; *b*) $\rho CH_4 \cong 0{,}714$ g/l; $d_{aer} \cong 0{,}55$;
c) 16 kg H_2 sau 179,2 m^3H_2; 48 kg C;
d) 149,3 kg Fe;
e) 81,54 kg NH_3 sau 107,55 m^3 NH_3;
f) 840 kg NH_4OH 20%;
g) 896 m^3 aer.

VII. Soluții. Concentrația soluțiilor

O soluție este un amestec omogen de două sau mai multe substanțe. Componenta care se află în cantitate mai mare (de obicei un lichid) este numită solvent, iar celelalte componente se numesc substanțe dizolvate.

Concentrația unei soluții, cu privire la un anumit component, este mărimea definită prin cantitatea de component conținută într-o cantitate convenită, fie de soluție, fie de solvent.

Unitatea de concentrație este concentrația unei soluții care conține unitatea cantității de component, în cantitatea convenită de soluție sau de solvent.

Vom exemplifica numai patru moduri de exprimare a concentrației soluțiilor lichide:

— *concentrația procentuală de masă* sau, mai simplu, concentrația procentuală arată cantitatea, în grame, de sare dizolvată în 100 g soluție. De exemplu, se înțelege printr-o soluție 20% o soluție care conține 20 g substanță dizolvată la 100 g soluție;

— *concentrația molară sau molaritatea* exprimă numărul de molecule-gram (moli) de substanță dizolvată într-un litru de soluție. De exemplu, se înțelege printr-o soluție molară (1 m) o soluție care conține 1 mol substanță dizolvată în 1000 ml soluție;

— *concentrația normală sau valară** exprimă numărul de echivalenți-gram (val) de substanță dizolvată într-un litru de soluție. De exemplu, se înțelege printr-o soluție normală (1 *n*) o soluție care conține 1 echivalent-gram (1 val) de substanță dizolvată în 1000 ml soluție;

— *titrul* unei soluții este cantitatea, în grame, de substanță care se găsește într-un mililitru de soluție.

VII.1.b. Calculul volumelor soluțiilor necesare pentru reacție

Pentru efectuarea reacțiilor trebuie să se ia astfel de volume ale soluțiilor, care să conțină același număr de echivalenți-gram de substanțe dizolvate (deoarece cantitățile, în greutate, ale substanțelor care reacționează sînt proporționale cu echivalenții lor. La aceeași normalitate a soluțiilor,

aceste volume vor fi întotdeauna egale între ele; însă la normalităţi diferite, volumele vor fi invers proporţionale cu normalităţile, adică:

$$V_1 n_1 = V_2 n_2$$

unde:

V_1 şi V_2 sînt volumele soluţiilor consumate în reacţie;
n_1 şi n_2 — normalităţile lor.

Probleme rezolvate

Exemplul 1. Să se calculeze concentraţia procentuală a unei soluţii obţinute prin dizolvarea a 7,5 g azotat de sodiu în 42,5 g apă.

Rezolvare:
Soluţia cîntăreşte:

$$42{,}5+7{,}5=50 \text{ g}$$

În 50 g soluţie sînt 7,5 g $NaNO_3$

$$100 \text{ g} \ldots\ldots\ldots x=15 \text{ g}.$$

Concentraţia procentuală : 15%

Exemplul 2. În 100 ml alcool etilic ($\rho=0{,}80$ g/ml) s-au dizolvat 8,5 g iod. Care este concentraţia procentuală a soluţiei obţinute?

Rezolvare:
100 ml alcool cîntăresc $100\times 0{,}80=80$ g.
În 80 g alcool se găsesc 8,5 g iod.
În (80+8,5) g soluţie sînt 8,5 iod.
Concentraţia procentuală: $\frac{100\times 8{,}5}{88{,}5}=9{,}6\%$

Exemplul 3. S-au amestecat 60 g apă cu 20 ml soluţie de acid fosforic 40% ($\rho=1{,}254$ g/ml). Care este concentraţia procentuală a soluţiei obţinute?

Rezolvare:
Greutatea soluţiei de acid fosforic: $20\times 1{,}254=25{,}08$ g.
În 25 g soluţie de acid fosforic 40% sînt:

$$\frac{25\times 40}{100}=10 \text{ g } H_3PO_4.$$

Greutatea totală a soluţiei obţinute după adăugarea apei :

$$60+25=85 \text{ g}.$$

Cum cantitatea de acid fosforic nu se schimbă prin diluare, înseamnă că concentraţia procentuală va fi:

$$\frac{100\times 10}{85}=11{,}8\%.$$

Scanned with OKEN Scanner

Exemplul 4. Cîte grame soluţie de acid clorhidric 36% sînt necesare pentru prepararea a 5 l soluţie 0,2 m ?

R e z o l v a r e:

1000 ml soluţie 1 m ..... 36,5 g HCl
1000 ml soluţie 0,2 m ..... 36,5×0,2 g HCl

$$5000 \text{ ml} \ldots\ldots \frac{5\,000 \times 36{,}5 \times 0{,}2}{1\,000} = 36{,}5 \text{ g HCl}$$

36 g HCl sînt în 100 g HCl 36%,

iar 36,5 g HCl vor fi în

$$\frac{36{,}5 \times 100}{36} = 101 \text{ g HCl } 36\%.$$

Exemplul 5. Acidul clorhidric 26,2% are greutatea specifică 1,13 g/ml. Cîţi mililitri din această soluţie trebuie luaţi pentru a prepara 4 l acid clorhidric 0,2 m?

1000 ml HCl 0,2 m conţin 36,5×0,2 g HCl
4000 ml HCl 0,2 m ..... x=29,2 g HCl

În 100 g HCl 26,2% sînt 26,2 g HCl.
Deci, dacă

$$26{,}2 \text{ g HCl sînt în } \frac{100}{1{,}13} \text{ ml HCl } 26{,}2\%$$

atunci 29,2 g HCl vor fi în 98,5 ml HCl 26,2%.

Exemplul 6. Ce concentraţie exprimată în procente greutate are soluţia obţinută prin turnarea a 1,8 l acid sulfuric 92% (ρ=1,824 g/ml) în 4,650 kg apă.

R e z o l v a r e:
1,8 l acid sulfuric 92% cîntăresc:

$$1{,}8 \times 1{,}824 = 3{,}2832 \text{ kg}$$

şi conţin:

$$\frac{3{,}2832 \cdot 92}{100} = 3{,}2 \text{ kg } H_2SO_4$$

Greutatea totală a soluţiei după diluare:

$$3{,}2832 + 4{,}650 = 7{,}9332 \text{ kg}.$$

Cantitatea de acid sulfuric nu se schimbă prin diluare.
Prin urmare întreaga soluţie obţinută după adăugarea apei va conţine 3,02 kg H_2SO_4.
Concentraţia procentuală va fi:

$$\frac{3{,}02 \times 100}{7{,}9332} = 38{,}1\%.$$

Scanned with OKEN Scanner

Exemplul 7. Ce cantităţi de soluţie 25% şi 95% de acid sulfuric trebuie să se amestece pentru a obţine 1 l soluţie 50% (ρ=1,395 g/ml).

Rezolvare:

Greutatea totală a soluţiei finale:

$$1000 \times 1{,}395 = 1395 \text{ g}$$

şi conţine:

$$\frac{1395 \times 50}{100} \text{ g } H_2SO_4$$

Fie x cantitatea de acid sulfuric 95% necesară. Ea conţine:

$$\frac{95x}{100} \text{ g } H_2SO_4$$

Cantitatea de acid sulfuric 25% va fi:

$$1395 - x$$

şi va conţine:

$$\frac{(1395-x)\,25}{100} \text{ g } H_2SO_4$$

Deoarece cantitatea de acid sulfuric din soluţia finală trebuie să fie egală cu suma cantităţilor de acid sulfuric din cele două soluţii ce se amestecă, se poate scrie relaţia:

$$\frac{1395 : 50}{100} = \frac{95\,x}{100} + \frac{1395 - x}{100} \cdot 25$$

De unde:

x=498 g H_2SO_4 95% şi 1395—498=897 g H_2SO_4 25%.

Exemplul 8. Se amestecă: 200 g soluţie 4,9% H_2SO_4 cu
0,5 l soluţie 0,1 m H_2SO_4 şi cu
200 ml soluţie 0,5 n H_2SO_4

Considerînd ρ sol=1 g/ml, să se determine concentraţia procentuală, molară şi normală a soluţiei rezultate, precum şi titrul ei.

Rezolvare:

a) 100 g soluţie 4,9%...4,9 g H_2SO_4
200 g soluţie 4,9%...x=9,8 g H_2SO_4
1000 ml soluţie 1 m 98 g H_2SO_4
1000 ml soluţie 0,1 m 9,8 g H_2SO_4
500 ml soluţie 0,1 m 4,9 g H_2SO_4
1000 ml soluţie 1 n 49 g H_2SO_4
1000 ml soluţie 0,5 n 24,5 g H_2SO_4
200 ml soluţie 0,5 n 4,9 g H_2SO_4

Scanned with OKEN Scanner

b) Total H_2SO_4...19,6 g; Total soluție.... 900 g;
900 g soluție.....19,6 g H_2SO_4
100 g soluție.....2,18 g H_2SO_4 sau 2,18%

c) 98 g H_2SO_4..... concentrație 1 m
2,18 g H_2SO_4..... x=0,022 m

d) 49 g H_2SO_4..... concentrația 1 n
2,18 g H_2SO_4..... x=0,044 m

e) Titrul soluției:
900 ml soluție..... 19,6 g H_2SO_4
1 ml soluție..... x=0,0216 g H_2SO_4

Deci: concentrația procentuală 2,18%
concentrația molară ..... 0,022 m
concentrația normală ..... 0,044 n
titrul (T) ..... 0,0218 g

Exemplul 9. Cîte grame de soluție 5,6% KOH sînt necesare pentru a neutraliza 500 g soluție 9,8% H_2SO_4 ?

Rezolvare:

a) 100 g soluție 9,8%.....9,8 g H_2SO_4
500 g soluție 9,8%.....x=49,0 g H_2SO_4

b) $H_2SO_4+2KOH=K_2SO_4+2H_2O$

c) 1 mol H_2SO_4(98 g) .....2 moli KOH (2×56 g)
49 g.....x=56 g KOH

d) 5,6 g KOH.....100 g soluție 5,6%
56 g KOH.....x=1 000 g soluție 5,6%

Exemplul 10. Cîți mililitri soluție de alcalii 0,2 n sînt necesari pentru a precipita sub formă de $Fe(OH)_3$ fierul conținut în 100 ml soluție 0,5 n $FeCl_3$?

Rezolvare:

Soluția I. Știind că volumele sînt invers proporționale cu normalitățile:

$$\frac{\text{volum alcalii}}{\text{volum } FeCl_3} = \frac{\text{normalitate } FeCl_3}{\text{normalitate alcalii}}$$

sau:

$$\frac{x}{100} = \frac{0,5}{0,2}$$

de unde x=250 ml.

Soluția a II-a (dată cu caracter documentar)

100 ml soluție 0,5 n $FeCl_3$ conțin $\frac{162,5}{3\times2\times10} = 2,79$ $FeCl_3$

$FeCl_3+3NaOH=Fe(OH)_3+3NaCl$

1 ml soluție 0,2 n NaOH conține $\frac{40}{5\times1000} = 0,008$ g NaOH

162,5 g $FeCl_3$ .....120 g NaOH
2,7 g $FeCl_3$ .....x=2 g NaOH

2 : 0,008=250 ml.

Scanned with OKEN Scanner

Exemplul 11. La 400 ml apă se adaugă 100 ml soluţie H_2SO_4 de 96% (gr. sp. 1,84). Să se exprime concentraţia soluţiei obţinute în procente şi în vali/litru.

Rezolvare:

100 ml soluţie dată cîntăresc: $100 \times 1{,}84 = 184$ g şi conţin: $184 \times \frac{96}{100} = 176{,}5$ g H_2SO_4

total soluţie: $184 + 400 = 584$ g (volum 500 ml)

concentraţia procentuală:
584 g soluţie ..... 176,5 g H_2SO_4
100 g „ ..... $x = 31$ g H_2SO_4 sau 31%

concentraţia în vali la litru:

500 ml soluţie ..... $(176{,}5 : 49) = 3{,}8$ vali H_2SO_4

1 000 ml soluţie ..... $x = 7{,}6$ vali sau 7,6 vali la litru.

VII.3. Exerciţii propuse

1. Se dizolvă 4,7 g alaun $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ în 95,3 ml apă. Care este concentraţia soluţiei obţinute în $KAl(SO_4)_2$?

R. 2,58%.

2. La 80 g soluţie 15% se adaugă 20 g apă. Care este concentraţia soluţiei obţinute?

R. 12%.

3. Se dă o soluţie 10% H_2O_2. Calculaţi pentru această soluţie numărul de moli de apă care revin pentru fiecare mol de apă oxigenată.

R. 17 moli de apă.

4. În ce cantitate de apă trebuie să se dizolve 1 mol KOH pentru a se obţine o soluţie 14%?

R. 344 g apă.

5. Cîte grame soluţie 10% NaOH sînt necesare pentru neutralizarea a 98 g soluţie H_2SO_4 20%?

R. 160 g soluţie 10% NaOH.

6. Se amestecă: 100 g soluţie 20% NaOH cu
0,5 kg soluţie 4% NaOH şi cu
1,4 l de apă.
Se cere concentraţia soluţiei obţinute ($\rho \cong 1$ g/ml).

R. 2%.

7. Care este conţinutul (în grame şi moli/litru) de substanţă în: *a*) 500 ml soluţie de H_2SO_4 0,1 n?

R. 2,45 g.

Scanned with OKEN Scanner

b) 0,250 l soluție NaOH 0,25 n
R. 2,5 g.

c) 0,750 l soluție H_3PO_4 3 n
R. 73,5 g.

8. Se dau 100 ml soluție H_2SO_4 0,2 n. Cu ce cantitate de bază se neutralizează acidul, dacă se lucrează cu:
a) o soluție NaOH 1 n
R. 0,8 g sau 20 ml.

b) o soluție $Ca(OH)_2$ 0,5 n
R. 0,74 g sau 41 ml.

9. Se dau 50 ml soluție NaOH 0,01 n. Cu ce cantitate de acid se neutralizează baza, dacă se lucrează cu:
a) o soluție 0,5 n H_2SO_4
R. 0,024 g sau 1 ml.

b) o soluție 1 n HCl
R. 0,018 g sau 0,5 ml.

10. Se amestecă: 80 g soluție NaOH 20% cu
0,8 l soluție NaOH 0,1 m și cu
800 ml soluție NaOH 0,05 n
Se cere: concentrația procentuală, molaritatea, normalitatea și titrul soluției obținute ($\rho \cong 1$ g/ml).
R. 1,24%; 0,32 m; 0,32 n; 0,0124.

11. 3 g amalgam de sodiu (aliaj Na-Hg), prin dizolvare în apă, dau o soluție alcalină care se neutralizează cu 50 ml H_2SO_4 0,1 n. Să se determine conținutul procentual de sodiu în amalgam.
R. 0,115 g Na sau ~4%.

12. La 250 ml soluție H_2SO_4 3 n se adaugă praf de aluminiu. Se cere: *a*) cantitatea de metal consumată; *b*) volumul gazului rezultat la 100 °C și 0,672 atm.
R. 7,15 g Al; 8,8 l H_2 în condiții normale.

13. Ce cantitate de apă trebuie adăugată la 100 ml soluție 20% H_2SO_4 ($\rho = 1,14$ g/ml) pentru a se obține o soluție 5%?
R. 342 g apă.

14. Câți mililitri HCl concentrat ($\rho = 1,19$ g/ml) care conține 38% HCl trebuie să se ia pentru a obține 1 l soluție 2 n?
R. 162 ml.

15. La 400 ml apă s-au adăugat 100 ml H_2SO_4 96% ($\rho = 1,84$ g/ml). Să se exprime concentrația procentuală și în vali/litru a soluției obținute.
R. 31%; 7,6 vali/l.

Scanned with OKEN Scanner

16. Se dă o soluţie ce conţine 18,9 g HNO_3 la litru şi o soluţie ce conţine 3,2 g NaOH la litru. În ce raporturi de volume trebuie amestecate pentru a se obţine o soluţie neutră ?

R. 4 vol. HNO_3 şi 15 vol. NaOH.

17. Să se calculeze echivalenţii H_2SO_4 şi $Al(OH)_3$. Folosind valoarea echivalenţilor calculaţi, să se determine cît H_2SO_4 este necesar pentru transformarea a 64 g $Al(OH)_3$ în sulfat. Să se verifice calculul folosind ecuaţia reacţiei.

R. 122,5 g H_2SO_4.

18. La neutralizarea a 20 ml soluţie alcalină care conţine 12 g/l, s-au consumat 24 ml soluţie acidă 0,25 n. Să se determine echivalentul soluţiei alcaline.

R. 40.

VIII. Electroliza

VIII.1. Noţiuni teoretice

Prin electroliză se înţelege procesul de descompunere permanentă a unui electrolit sub acţiunea curentului electric.

Schema unei instalaţii de electroliză este dată în figura 5.

Fenomenul electrolizei se desfăşoară în trei etape:

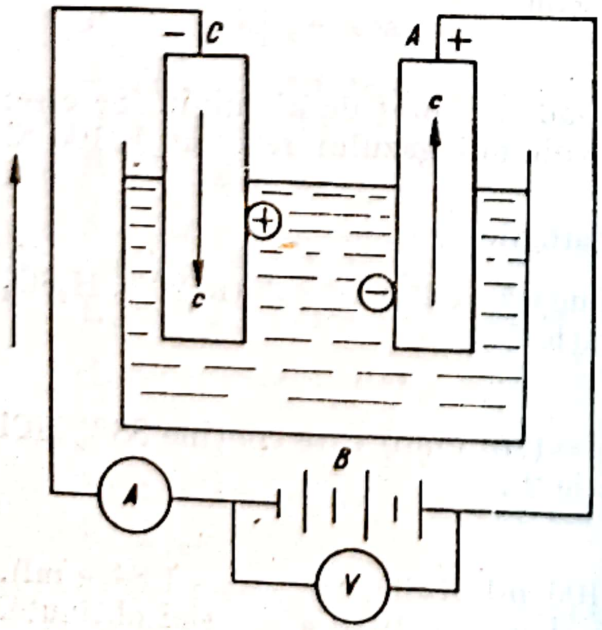


Fig. 5. Schema instalaţiei de electroliză.

Reacţia principală
- *a*) migrarea ionilor către cei doi electrozi;
- *b*) pierderea sarcinilor electrice ale ionilor prin acceptare sau pierdere de electroni, trecerea lor în atomi liberi.

Reacţiile secundare

De exemplu, în cazul electrolitului AC:

$$AC \underset{\longleftarrow}{\overset{\text{disociere electrolitică}}{\rightleftharpoons}} A^- + C^+$$

prin trecerea curentului electric prin soluţia sa, anionul A^- va migra spre

electrodul pozitiv, iar cationul C^+ va migra către electrodul negativ.

O dată ajunşi la cei doi electrozi, ionii pierd sarcinile lor electrice, după schema:

La catod: $\underset{\text{cation}}{C^+} \xrightarrow{+e} \underset{\text{atom sau radical}}{C}$

La anod: $\underset{\text{anion}}{A^-} \xrightarrow{-e} \underset{\text{atom sau radical}}{A}$

ceea ce înseamnă că, la catod, cationii vor căpăta electroni, iar la anod, anionii vor ceda electroni, descărcîndu-se şi trecînd sub formă de atomi neutri sau grupuri de atomi fără sarcină electrică.

În acelaşi timp însă, sarcinile ionilor aduc neutralizarea sarcinilor electrozilor, fenomen care are drept urmare o micşorare a diferenţei de potenţial care există între cei doi electrozi. Pentru menţinerea constantă a diferenţei de potenţial, electrozii trebuie alimentaţi cu electricitate de către circuitul exterior, electricitate furnizată de o sursă de curent continuu. Pe măsură ce ionii se separă la electrozi (se descarcă), alte molecule se disociază în soluţie, pentru a păstra echilibrul ionic.

Dacă se găsesc în soluţie, simultan, mai mulţi ioni de acelaşi semn, de natură chimică diferită, în primul rînd se descarcă ionii al căror potenţial negativ este mai mic.

În seria tensiunilor, potenţialul negativ scade de la stînga spre dreapta (potenţialul pozitiv invers).

Dacă electrolitul este dizolvat în apă, în afară de ionii rezultaţi din disocierea electrolitului există şi ioni H^+ şi OH^- ce provin din disocierea apei.

La electroliza sărurilor metalelor pînă la aluminiu inclusiv (seria tensiunilor) se depune la catod ionul de hidrogen, la celelalte săruri se depune ionul metalic.

La anod se pot descărca resturile acide (anioni) sau ionii de hidroxil al apei. Oxidarea anionilor se poate produce dacă potenţialul procesului de oxidare este mai electronegativ decît potenţialul descărcării ionului OH^- în condiţiile de lucru.

Atomii sau radicalii liberi nu pot exista, în general, ca atare şi dau naştere aşa-numitelor *reacţii secundare**.

Exemple:

a) Reacţii între *radicali şi electrozi*, cum este cazul electrolizei $CuSO_4$ cu electrozi de cupru:

reacţia primară:

$$SO_4^{--} \xrightarrow{-2e} SO_4 \text{ (la anod)}$$

reacţia secundară:

$$SO_4 + Cu \longrightarrow SO_4^{--} + Cl^{++}$$

*În unele cazuri se iau măsuri speciale pentru a se înlătura reacţiile secundare.

Acesta este cazul electrozilor atacabili, rezultatul final fiind un transport de cupru de la anod la catod, iar cantitatea de $CuSO_4$ din soluție rămînînd neschimbată.

b) Reacții între *radicali și dizolvant*, cum este cazul electrolizei soluției apoase de H_2SO_4 cu electrozi de platină:

— la catod:

$$2H^+ \xrightarrow{+2e} 2H$$

$$2H \longrightarrow H_2\uparrow$$

— la anod:

Ionul SO_4^{--} nu se poate descărca, avînd potențialul de electrod mai mare decît OH^-, și se descarcă în schimb ionii de hidroxil, care pun în libertate oxigen:

$$2OH^- \longrightarrow {}^1/_2O_2 + H_2O$$

$$2O \longrightarrow O_2\uparrow$$

Rezultatul final este ca și cum s-ar realiza electroliza apei, care de fapt nu este posibilă, deoarece apa pură nu conduce curentul electric.

c) Reacții între *radicali și electrolit*, cum este cazul electrolizei soluției apoase de acid azotic.

La catod se formează hidrogen, care reacționează cu HNO_3 pentru a da amoniac:

$$4H_2 + HNO_3 = NH_3 + 3H_2O$$

d) Reacțiile secundare pot avea loc și în cazul electrolizei clorurilor alcaline. Astfel, electrolizînd NaCl, la catod se duce Na^+

$$Na^+ \xrightarrow{+1e} Na$$

Atomul de sodiu reacționează cu apa, pentru a da hidroxid de sodiu:

$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$$

Dacă nu se separă spațiul anodic de spațiul catodic printr-o diafragmă, atunci clorul care se degajă la anod după schema:

$$Cl^- \xrightarrow{+e} Cl$$

$$2Cl \longrightarrow Cl_2\uparrow$$

va reacționa cu hidroxidul de sodiu, dînd — după condițiile de lucru — hipocloriți, clorați sau perclorați de sodiu.

e) *Descompunerea electrolitică a apei*. Să electrolizăm o soluție de Na_2SO_4 cu doi electrozi de platină.

Electrolitul disociat:

$$Na_2SO_4 \rightleftharpoons 2Na^+ + SO_4^{--}$$

este supus acțiunii curentului electric.

Ionii SO_4^{--} migrează la anod şi se descarcă, apoi radicalul SO_4 va reacţiona cu apa:

$$\text{La anod}\begin{cases} SO_4 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + \frac{1}{2}O_2 \\ 2O \longrightarrow O_2\uparrow \end{cases} \quad (1)$$

Ionii Na^+ migrează la catod şi se descarcă, apoi atomii de sodiu vor reacţiona cu apa:

$$\text{La catod}\begin{cases} Na + H_2O \longrightarrow NaOH + \frac{1}{2}H_2 \\ 2H \longrightarrow H_2\uparrow \end{cases} \quad (2)$$

Acidul sulfuric la anod şi hidroxidul de sodiu produs la catod, vor reacţiona împreună, neutralizîndu-se, refăcînd sulfatul de sodiu:

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow 2H_2O + Na_2SO_4 \quad (3)$$

Totul se petrece ca la descompunerea apei în elementele componente: O_2 şi H_2.

Reacţiile (1), (2) şi (3) sînt reacţii secundare.

f) Oxidări anodice şi reduceri catodice. Degajarea hidrogenului la catod poate fi folosită cu succes în procese de reducere. Acest hidrogen are o mare reactivitate, deoarece se găseşte sub formă atomică. Deci reducerile electrolitice sînt reduceri cu hidrogen atomic născînd. Astfel, nitrobenzenul $C_6H_5NO_2$ în soluţie alcalină hidroalcoolică dă prin reducerea electrolitică anilină $C_6H_5NH_2$.

În mod analog, la anod se pot produce procese de oxidare; aşa, de pildă, este formarea anodică a bioxidului de plumb, PbO_2, prin electroliza unei soluţii azotice de azotat de plumb.

De asemenea, prin electroliza unei soluţii acidulate de sare manganoasă se poate obţine (precipita), la anod, tot manganul sub formă de MnO_2.

În fine, alt exemplu de oxidare electrolitică (anodică) este formarea ozonului la electroliza unei soluţii apoase de acid fluorhidric.

VIII.2. Legile cantitative ale electrolizei M. Faraday 1834

Stabilesc o relaţie între cantitatea de electrolit descompus şi cantitatea de electricitate consumată la electroliză.

Legea I. La trecerea unui curent electric printr-un electrolit, cantitatea de substanţă care se separă este proporţională cu cantitatea de electricitate care trece prin electrolit.

Legea a II-a. La trecerea unei aceleiaşi cantităţi de electricitate prin diferiţi electroliţi, cantitatea de substanţă care se separă la electrozi este proporţională cu echivalenţii chimici.

Legile lui Faraday se mai pot formula şi astfel:

Cantitatea de metal depus la catod este direct proporţională cu echivalentul chimic al metalului şi cu cantitatea de electricitate care trece

prin electrolit şi nu depinde de concentraţia electrolitului şi nici de mărimea electrozilor.

O altă formulare a legilor lui Faraday este următoarea:

Pentru un curent de intensitate constantă (i) greutatea electrolitului descompus este proporţională cu intensitatea (i) şi cu timpul (t) de electroliză, adică este proporţională cu cantitatea de electricitate (Q) care a traversat electrolitul.

Cantitatea de electricitate (Q) este produsul dintre intensitatea curentului (i), exprimată în amperi, şi timpul de electroliză (t), exprimat în secunde. Cantitatea de electricitate se exprimă în coulombi (amper-secundă):

1 coulomb = 1 amper × 1 secundă

Notînd: P = greutatea, în grame, a electrolitului descompus;
i = intensitatea curentului, în amperi;
t = timpul de electroliză, în secunde;
Q = cantitatea de electricitate, în coulombi,

putem scrie:

$$Q = i \cdot t \tag{1}$$

şi

$$P = K \cdot i \cdot t = K \cdot Q \tag{2}$$

Din relaţia (2) avem:

$$K = \frac{P}{Q}$$

şi dacă considerăm: $i = 1$ amper şi $t = 1$ secundă, atunci: $P = K$ ceea ce înseamnă că un curent de 1 amper în timp de 1 secundă depune la electrozi o cantitate de electrolit egală cu K, mărime ce poartă denumirea de *echivalent electrochimic*.

Practica a dovedit că echivalenţii electrochimici sînt proporţionali cu greutatea echivalentă (echivalenţii chimici exprimaţi în grame) a electroliţilor. De asemenea, raportul echivalenţilor electrochimici a două metale este egal cu raportul echivalenţilor lor chimici, de exemplu:

$$\frac{E_{Me_1}}{E_{Me_2}} = \frac{K_{Me_1}}{K_{Me_2}}$$

sau în cazul metalelor Cu—Cd:

$$\left(\frac{\text{Cd}}{\text{Cu}}\right) \quad \frac{56{,}2}{31{,}8} = \frac{0{,}582}{0{,}328} = 1{,}7$$

În tabela 3 sînt daţi echivalenţii electrochimici ai cîtorva elemente.

Tabela 3

Echivalenţii electrochimici ai cîtorva elemente

Element	K_{mg}	Element	K_{mg}	Element	K_{mg}	Element	K_{mg}
H	0,01045	Ag	1,11800	Ba	0,71171	Cu	0,65876
O	0,08290	Al	0,09316	Ca	0,20767	Hg	1,03940
Cl	0,36743	As	0,25876	Co	0,30539	Mn	0,28461
Br	0,82815	Au	0,68117	Cr	0,17965	Pb	1,07363

Scanned with OKEN Scanner

S-a stabilit că pentru separarea unui echivalent-gram din orice element din soluția oricărei combinații, este nevoie de aceeași cantitate de electricitate, și anume 96 500 coulombi (exact 96 494 coulombi); această mărime poartă numele de numărul lui Faraday (F).

În cazul hidrogenului, s-a determinat experimental că un amper separă în 1 secundă o cantitate de 0,0000103 g H_2.

Atunci, 1 g H_2 (1 echivalent-gram) va fi separat de:

$$\frac{1}{0{,}0000103} \cong 96\,500 \text{ coulombi.}$$

La trecerea a 96 500 coulombi prin soluțiile de $CuSO_4$, $ZnSO_4$, $AgNO_3$, NaCl etc., se va separa cîte un echivalent-gram de cation, respectiv anion:

Tabela 4

	La catod	La anod
$CuSO_4$	63,5 : 2 = 31,8 g Cu	—
$AgNO_3$	107,8 : 1 = 107,8 g Ag	—
NaCl	23 : 1 = 23 g Na	35,5 : 1=35,5 g
$ZnSO_4$	65,3 : 2 = 32,7 g Zn	—

F poate fi exprimat fie sub formă de amperi-secundă (96 500 coulombi), fie sub formă de amperi-oră:

$$96\,500 \text{ coulombi} = \frac{96\,500}{3\,600} = 26{,}8 \text{ amperi-oră}$$

În tehnică se folosește și relația:

$$\frac{G}{Z} = \frac{C}{96\,500} = \frac{i \times \sigma}{96\,500}$$

în care:

G este greutatea de substanță separată, în g;
Z — greutatea echivalentă a substanței;
C — cantitatea de electricitate care a trecut prin electrolit în σ secunde;
i — intensitatea de curent în A;
96 500 — numărul lui Faraday) (F).

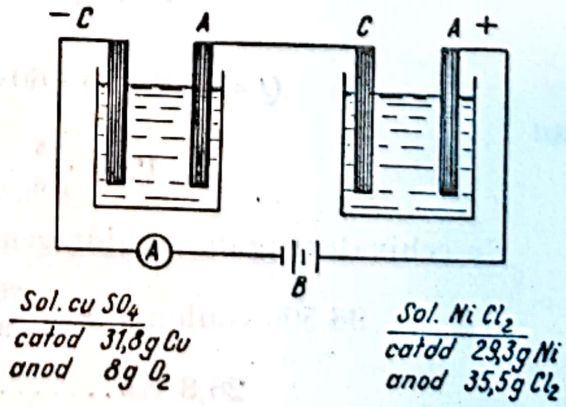


Fig. 6. Legea a doua a electrolizei.

VIII.3. Randament de curent

În practică, electroliza este însoţită de pierderi de curent datorită diferitelor rezistenţe sau scurtcircuite din celula de electroliză.

Gradul de utilizare al cantităţii de curent se apreciază în funcţie de *randamentul de curent*, care reprezintă fracţiunea de cantitate de curent folosită util într-un proces de descompunere electrolitică.

Randamentul de curent (η_c) se poate exprima:

a) În funcţie de curent consumat:

$$\eta_c = \frac{q_t}{q_p}$$

unde:

q_t este cantitatea de curent care trebuie utilizată teoretic (conform legii lui Faraday);

q_p — cantitatea de curent folosită practic.

b) În funcţie de substanţa eliberată prin electroliză:

$$\eta_c = \frac{g_p}{g_t}$$

unde:

g_p este cantitatea de produs obţinută practic;

g_t — cantitatea de produs obţinută teoretic (conform legii lui Faraday).

Randamentul de curent are valoare subunitară, se exprimă însă ca randament procentual $\eta_c \cdot 100$.

Probleme rezolvate

Exemplul 1. Ce cantităţi de H_2 şi O_2 se vor obţine la electroliza apei, în timp de 50 min, sub un curent de 1200 amperi? Ce volum vor ocupa H_2 şi O_2 obţinut ?

Cantitatea de electricitate consumată poate fi exprimată în coulombi, ca şi în amperi-oră:

$$Q = i \cdot t \qquad \begin{matrix} i = 1200\ A; \\ t = 50\ \text{min} \end{matrix}$$

$$Q = 1200 \cdot 50 \cdot 60 = 3\,600\,000 \text{ coulombi}$$

sau

$$Q = 1200 \cdot \frac{5}{6} = 1000 \text{ amperi-oră}$$

Un echivalent-gram de hidrogen (1 g H_2) va fi eliberat de:

$$96\,500 \text{ coulombi sau } \frac{96500}{3600} = 26{,}8 \text{ amperi-oră}$$

$$26{,}8 \text{ Ah} \ldots\ldots\ldots\ldots 1 \text{ g } H_2$$

$$1000 \text{ Ah} \ldots\ldots\ldots\ldots x = 37{,}3 \text{ g} \cdot H_2$$

și știind că în apă avem $\frac{H}{O}=\frac{1}{8}$, înseamnă că oxigenul este:

$$37{,}3 \cdot 8=298{,}4 \text{ g } O_2$$

Știind că în apă avem (în volume) $\frac{H}{O}=\frac{2}{1}$, scriem că:

$$2 \text{ g } H_2 \ldots\ldots\ldots\ldots 22{,}4 \text{ l } H_2$$

$$37{,}3 \text{ g } H_2 \ldots\ldots\ldots\ldots x=417{,}76 \text{ l } H_2 \text{ și}$$

$$\text{vol. } O_2=417{,}76 : 2=208{,}88 \text{ l } O_2$$

Putem verifica rezultatul la volumul O_2 astfel:

$$32 \text{ g } O_2 \ldots\ldots\ldots\ldots 22{,}4 \text{ l } O_2$$

$$298{,}4 \text{ g } O_2 \ldots\ldots\ldots\ldots x=208{,}88 \text{ l } O_2$$

Exemplul 2. Cu ce intensități de curent se va lucra pentru ca în 6 ore să se producă 99 m³ gaz exploziv ($H_2+{}^1/_2\ O_2$)? Cîte kilograme de apă vor fi necesare?

— Pentru 1 mol H_2 (2 g H_2) sînt necesare:

$$2 \cdot 26{,}8=53{,}6 \text{ Ah}$$

— Pentru 1 m³ H_2:

$$\frac{53{,}6 \cdot 1000}{22{,}4}=2390 \text{ Ah}$$

— În 99 m³ gaz exploziv sînt:

$$\frac{2}{3} \cdot 99=66 \text{ m}^3 \text{ } H_2,$$

— deci pentru 66 m³ H_2 trebuie:

$$66 \cdot 2390=157\,740 \text{ Ah}$$

— Intensitatea de curent necesară va fi:

$$157\,740 : 6=26\,290 \text{ A}$$

— 66 m³ H_2=66 000 l H_2 și

$$66\,000 : 22{,}4=2946{,}4 \text{ moli } H_2$$

— 2 946 moli H_2 corespund la 2946,4 moli H_2O

și 1 mol H_2O=18 g

— Apa necesară va fi deci:

$$2946{,}4 \times 18=53\,035{,}2 \text{ g}=53{,}0352 \text{ kg } H_2O.$$

Scanned with OKEN Scanner

Exemplul 3. O soluţie obţinută prin dizolvarea a 0,45 g alamă (aliaj Cu + Zn) a fost supusă electrolizei. Pentru separarea cuprului s-au consumat 482,5 coulombi. Să se determine în procente conţinutul de cupru în alamă.

$$E_{Cu}=63,5 : 2=31,8$$

96 500 coulombi.....31,8 g Cu

482,5 coulombi.....x

$$x\approx 0,15 \text{ g Cu}$$

Alama conţine (la 0,45 g) : 0,15 g Cu şi 0,30 g Zn

$$(Cu)\ \frac{0,15}{0,45}\cdot 100=35\%;\quad (Zn)\ \frac{0,30}{0,45}\cdot 100=67\%.$$

Exemplul 4. Cîte grame se depun la catod prin trecerea printr-o soluţie de $CuSO_4$ a unui curent cu intensitatea de 5 amperi timp de 20 min.

$$Q=i\cdot t=5\cdot 20\cdot 60=7000 \text{ coulombi}$$

masa atomică a Cu=63,5

$$E_{Cu}=63,5 : 2\cong 31,8$$

96 500 C .....31,8 g Cu

7 000.....x

$$x\cong 2,3 \text{ g Cu}$$

Exemplul 5. La trecerea unui curent de 1,5 amperi în 31 min prin soluţia sării unui metal trivalent, s-au depus la catod 1,07 g metal. Se cere masa atomică a metalului.

$$Q=i\cdot t$$

$$Q=1,5\cdot 30\cdot 60=2\,700 \text{ coulombi}$$

2 700 coulombi .....1,07 g metal

96 500 „ x

$x=38,2$ g Me^{III} (echivalentul metalului)

$$E=\frac{\text{masa}}{\text{valenţă}}$$

— masa atomică a Me^{III} $=38,2\times 3\cong 114,6$.

Exemplul 6. Prin soluţia de $CuSO_4$ se trece un curent de 5 amperi-oră (Ah). La catod se depun 5,6 g Cu. Să se determine randamentul de curent.

Randamentul de curent este dat de raportul dintre greutatea practică de cupru depus şi greutatea teoertică ce trebuie să se depună.

$$\eta\%=\frac{\text{g pr.}}{\text{g teor.}}\cdot 100.$$

Scanned with OKEN Scanner

Cantitatea de electricitate necesară pentru depunerea a 1 echivalent-gram Cu poate fi exprimată în:

coulombi (amperi-secundă).....96 500

amperi-oră .....$\frac{96500}{60\times 60} = 26{,}8$

Cantitatea teoretică de cupru ce trebuie să se depună se determină astfel:

$$E_{Cu} = \frac{63{,}5}{2} = 31{,}8$$

26,8 Ah.....31,8 g Cu

5 Ah.....x

x=5,93 g Cu

Randamentul de curent va fi:

$$\eta = \frac{5{,}6}{5{,}93} = 0{,}944 \text{ sau}$$

$$\eta\% = \frac{5{,}6}{5{,}93}\cdot 100 = 94{,}4\%$$

Exerciţii produse

1. Să se determine echivalentul electrochimic al metalelor: Cu (masa atomică 63,54), Ag (masa atomică 107,88).

R. 0,329 mg; 1,118 mg.

2. Să se determine intensitatea de curent, ştiind că:

a) în 10 minute din soluţia unei sări de argint se depune 1 g Ag.

R. 1,5 A.

b) dintr-o soluţie de sulfat de cupru se depune 10 g Cu în 4 ore.

R. 2,1 A.

c) prin electroliza unei soluţii de acid sulfuric se degajă 1 l H_2 în condiţii normale. Timpul de electroliză este 1 oră.

R. 0,15 A.

3. Să se determine timpul de electroliză, ştiind că:

a) un curent de 10 A pune în libertate 5,6 l H_2 în condiţii normale

R. 1,34 ore.

b) un curent de 0,8 A depune dintr-o soluţie de $CuSO_4$, 10 g metal.

R. 1 oră.

c) cu un curent de 1 A se acoperă o placă metalică de 100 cm^2, cu un strat de argint de 0,01 cm grosime.

R. 2 ore 36 minute.

Scanned with OKEN Scanner

4. Să se determine echivalentul:

a) cadmiul, dacă pentru a depune 1 g Cd din soluţia unei sări proprii trebuie să treacă 1 717 C.

R. $E_{Cd} = 56$.

b) platinei, dacă un curent de 5 A, în timp de 10 minute, depune din soluţia unei sări proprii 1,517 g metal

R. $E_{Pt} = 49$.

c) Ag, Cu şi Ni, ştiind că echivalentul electrochimic al hidrogenului este 0,01044

R. $E_{Ag} = 108$; $E_{Cu} = 31{,}8$; $E_{Ni} = 2{,}3$.

5. O soluţie de clorură de magneziu ($MgCl_2$) este supusă electrolizei timp de o oră la un curent de 2,5 A. Ce produse s-au format la catod şi la anod şi în ce cantitate.

R. 2,7 g $Mg(OH)_2$; 3,3 g Cl_2.

6. Să se determine cantităţile de fier care se separă în două băi galvanice, sub un curent de 2 A, timp de 1 oră, dacă una din băi conţine o soluţie de sulfat feros şi cealaltă o soluţie de sulfat feric.

R. 2,08 g Fe şi 1,14 g Fe.

7. Vrem să determinăm echivalentul unui metal bivalent necunoscut. Pentru aceasta, legăm în serie două băi galvanice: prima conţine o soluţie de sulfat de cupru, din care se depune 0,3472 g Cu, iar a doua conţine soluţia unei sări a metalului necunoscut, din care se depun 0,6486 g de metal. Se cere echivalentul şi masa atomică a metalului.

R. $E_{Me} = 59{,}35$; masa atomică = 118,7 (staniu).

8. Un curent de 50 A a depus în 5 ore, 281 g Cu. Să se determine randamentul de curent.

R. $\eta \approx 95\%$.

9. Se electrolizează o soluţie de sulfat de nichel timp de 15 minute şi 30 secunde sub un curent de 0,6 amperi. Se cere:

a) cantitatea de nichel separată la catod;

b) randamentul de curent, în cazul cînd se separă 0,162 g de nichel;

R. 0,1698 g Ni; 95,4.

10. Se supune electroliza cu electrozi inerţi 0,250 l soluţie 0,7 n sulfat de cupru. Ce produse şi în ce cantităţi se separă la electrozi?

R. 6 g Cu; 1,05 l O_2.

11. Se supune electrolizei 0,250 l soluţie 0,4 n $AlCl_3$. Ce produse şi în ce cantităţi se separă la electrozi, dacă trece un curent de 3 A timp de 20 minute ? Electroliza este totală?

R. 0,33 g Al; 1,3 g Cl_2.

Scanned with OKEN Scanner

12. O bară de oţel, paralelipipedică, cu dimensiunile $10 \times 2 \times 0{,}2$ cm, se acoperă electrolitic cu un strat de nichel ($\rho \cong 9$ g/ml) de 0,1 mm grosime. Se cere cantitatea de metal depusă şi intensitatea curentului, dacă timpul de electroliză este de 50 minute.

R. 4,03 g Ni; 4,4 A.

13. O placă de oţel de 10×20 cm se acoperă electrolitic pe o singură parte cu un strat de crom ($\rho \cong 6{,}9$ g/ml) gros de 0,25 mm. Baia conţine soluţia unei sări de Cr^{3+}, iar intensitatea de curent este de 0,2 A. Se cere cantitatea de crom depusă şi timpul de electroliză.

R. 34,5 g Cr; 268 ore.

14. Dintr-o soluţie de sulfat de nichel se depune electrolitic 0,74 g Ni cu ajutorul a 2 450 C. Se cere echivalentul şi masa atomică a nichelului. Ce volum ocupă gazul degajat la anod, la 17 °C şi 1 atm?

R. $E_{Ni} = 29$; masa atomică a Ni = 58; 0,14 1 O_2.

15. Pe suprafaţa laterală a unui cilindru cu $i = 16$ cm şi $\varnothing = 6$ cm, se depune pe cale galvanică un strat de aur gros de 0,005 mm. Cît curent şi cîtă sare de K $[Au(CN)_2]$ se consumă (Au = 19,3 g/cm³)?

R. = 1,419 A; 4,24 g sare.

16. Ce cantitate de crom metalic se depune dintr-o soluţie de CrO_3 în 40 minute, dacă s-a utilizat un curent de 4 A şi dacă randamentul de curent este de 13%?

R. 0,11 g crom.

17. Cîţi mililitri soluţie HCl 1 m sînt necesari pentru dizolvarea Zn metalic depus de o cantitate de electricitate de 4,825 C?

R. 50 ml HCl 1 m.

IX. Teoria fenomenelor de oxidare şi reducere *

IX.1. Noţiuni teoretice

Teoria redox (L. V. Pisarjenski ş. a. 1914) are la bază următoarele şase idei:

1. Toate procesele chimice anorganice care au loc cu schimbarea valenţei sînt fenomene redox.

2. Oxidarea şi reducerea sînt fenomenele cuplate (au loc simultan): în timp ce una din substanţe se oxidează, alta în mod necesar se reduce.

Scanned with OKEN Scanner

3. Oxidarea este un fenomen de cedare (pierdere) de electroni:
— la trecerea unui atom neutru în ion pozitiv:

$$Na^{\circ} \xrightarrow{-1e} Na^{+}$$

— la trecerea unui ion negativ în atom neutru sau în ion pozitiv:

$$S^{2-} \xrightarrow{-2e} S^{\circ} \xrightarrow{-4e} S^{4+}$$

— la creşterea valenţei unui ion pozitiv:

$$Sn^{2+} \xrightarrow{-2e} Sn^{4+}$$

4. Oxidantul este o substanţă care captează (primeşte) electroni; în procesele redox, oxidantul se reduce.
5. Reducerea este un fenomen de captare de electroni:
— la trecerea unui atom neutru în ion negativ:

$$S^{\circ} \xrightarrow{+2e} S^{2-}$$

— la trecerea unui ion pozitiv în atom neutru sau în ion negativ:

$$Cl^{1+} \xrightarrow{+1e} Cl^{\circ} \xrightarrow{+1e} Cl^{1-}$$

— la micşorarea valenţei unui ion pozitiv: $Sn^{4+} \xrightarrow{+2e} Sn^{2+}$

6. Reducătorul este o substanţă care cedează electroni; în procesele redox, reducătorul se oxidează.

Rol de oxidant pot avea:
— atomii neutri ai nemetalelor:

$$Cl_2 \xrightarrow{+2e} 2\ Cl^{-}$$

— ionii pozitivi ai nemetalelor:

$$N^{5+} \xrightarrow{+5e} N^{\circ} \xrightarrow{+3e} N^{3-}$$

— ionii pozitivi ai metalelor:

$$Sn^{4+} \xrightarrow{+2e} Sn^{2+} \xrightarrow{+2e} Sn^{\circ}$$

Oxidanţii cei mai obişnuiţi sînt:
— oxidanţii neutri: O_2, O_3, curentul electric;
— oxidanţii acizi: HNO_3, H_2SO_4, H_2O_2, CrO_3;
— oxidanţii bazici: hipocloriţii, $K_3[Fe(CN)_6]$.

Rol de reducător pot avea:
— atomii neutri ai elementelor (cu excepţia fluorului şi a gazelor inerte);

$$Na \xrightarrow{-1e} Na^{+};\quad S^{\circ} \xrightarrow{-4e} S^{4+}$$

Scanned with OKEN Scanner

— ionii negativi ai nemetalelor:

$$Cl^{1-} \xrightarrow{-1e} Cl^{0} \xrightarrow{-1e} Cl^{1+}$$

— ionii pozitivi ai elementelor:

$$Cr^{3+} \xrightarrow{-3e} Cr^{6+}; \quad Cl^{3+} \xrightarrow{-2e} Cl^{5+}$$

Reducătorii cei mai obişnuiţi sînt: C, CO, metalele, sulfaţii şi H_2SO_3, tiosulfaţii, H_2, curentul electric, reducătorii organici (H, COOH, CH_2O ş.a.m.d.) etc.

Oxidarea şi reducerea electrolitică. Procesul de electroliză (v. cap. *Electroliza*) este cel mai simplu sistem redox:

— la anod, anionii se descarcă prin cedare de electroni, deci oxidîndu-se. Anodul joacă rol de oxidant;

— la catod, cationii se descarcă prin captare de electroni, deci reducîndu-se. Catodul joacă rol de reducător.

IX.2. Clasificarea reacţiilor redox

Procesele redox pot fi:

— interatomice sau intermoleculare:

$$2Mg + O_2 = 2MgO$$
$$Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu$$
$$_2HClO_3 + {}_6H_2SO_3 = {}_2HCl + {}_6H_2SO_4$$

— intramoleculare:

$$2KClO_3 = 2KCl + 3O_2\uparrow$$
$$_4KClO_3 = KCl + {}_3KClO_4$$

— autoredox, procese speciale, în care rolul oxidantului şi al reducătorului îl joacă una şi aceeaşi substanţă:

$$_4Na_2SO_3 = {}_3Na_2SO_4 + Na_2S$$

Probleme rezolvate

Exemplul 1. Să se discute sistemul redox:

$$MnO_2 + Al \longrightarrow Mn + Al_2O_3$$

şi să se stabilească coeficienţii.

Rezolvare: Este un proces interatomic în care ambele elemente îşi modifică valenţa. Ecuaţiile redox sînt:

3	$Mn^{4+} \xrightarrow{+4e} Mn^{0}$	se reduce (oxidant)
4	$Al^{0} \xrightarrow{-3e} Al^{3+}$	se oxidează (reducător)

Electronii captaţi de Mn sînt cedaţi de Al (al cărui coeficient va fi 4), iar electronii cedaţi de Al sînt captaţi de Mn (al cărui coeficient va fi 3). Deci noua ecuaţie:

$$3MnO_2+4Al=2Al_2O_3+3Mn$$

Exemplul 2. Să se discute sistemul redox:

$$FeS_2+O_2 \longrightarrow Fe_2O_3+SO_2$$

Rezolvare: Este un proces interatomic — intermolecular, în care toate cele trei elemente îşi modifică valenţa.

Ecuaţiile redox:

$$\begin{array}{c|l|l|l} 4 & 11 & Fe^{4+} \xrightarrow{+1e} Fe^{3+} & \text{se reduce (oxidant)} \\ & & 2S^{2-} \xrightarrow{-6e\times 2} S^{4+} & \text{se oxidează (reducător)} \\ 11 & & 2O^{\circ} \xrightarrow{-2e\times 2} O^{2-} & \text{se reduce (oxidant)} \end{array}$$

Coeficientul FeS_2 va fi 4, iar al oxigenului va fi suma algebrică 12—1=11 şi deci noua ecuaţie este:

$$4FeS_2+11O_2=2Fe_2O_3+8SO_2$$

Exemplul 3. Să se discute sistemul redox:

$$Na_2SO_3 \longrightarrow Na_2SO_4+Na_2S$$

Rezolvare. Este o reacţie autoredox, iar ecuaţiile redox sînt:

$$6-2=4 \quad \left|\begin{array}{ll} S^{4+} \xrightarrow{-2e} S^{6+} & \text{se oxidează (reducător)} \\ S^{4+} \xrightarrow{+6e} S^{2-} & \text{se reduce (oxidant)} \end{array}\right.$$

Coeficientul sulfitului de sodiu va fi dat de diferenţa 6—2=4. Deci noua ecuaţie:

$$4Na_2SO_3=3Na_2SO_4+Na_2S.$$

Exerciţii propuse

1. Să se discute procesele redox şi să se stabilească coeficienţii:

$$P+O_2 \longrightarrow P_2O_5$$

$$H_2S+O_2 \longrightarrow SO_2+H_2O$$

$$H_2S+O_2 \longrightarrow S+H_2O$$

$$NH_3+O_2 \longrightarrow N_2+H_2O$$

Scanned with OKEN Scanner

2. Idem:

$$Al + H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2\uparrow$$
$$S + HNO_3 \longrightarrow H_2SO_4 + NO$$
$$H_2S + HNO_3 \longrightarrow H_2SO_4 + NO + H_2O$$

3. Idem:

$$Fe_2O_3 + H_2 \longrightarrow Fe + H_2O$$
$$MoO_3 + H_2 \longrightarrow Mo + H_2O$$
$$Fe_2O_3 + C \longrightarrow Fe + CO_2$$
$$H_2SO_4 + C \longrightarrow CO_2 + H_2O + SO_2$$

4. Idem:

$$Fe_2O_3 + H_2 \longrightarrow Fe + H_2O$$
$$MoO_3 + H_2 \longrightarrow Mo + H_2O$$
$$Fe_2O_3 + C \longrightarrow Fe + CO_2$$
$$H_2SO_4 + C \longrightarrow CO_2 + H_2O + SO_2$$

5. Idem:

$$KClO_3 \longrightarrow KCl + O_2\uparrow$$
$$KClO_3 \longrightarrow KCl + KClO_4 + O_2\uparrow$$
$$HClO \longrightarrow HClO_3 + HCl$$

6. Idem:

$$B_2O_3 + Mg \longrightarrow B + MgO$$
$$Sb_2O_3 + Fe \longrightarrow Sb + FeO$$

7. Idem:

$$KClO + Br_2 + H_2O \longrightarrow HBrO_3 + HCl$$
$$J_2 + Cl_2 + H_2O \longrightarrow HJO_3 + HCl$$
$$H_2SO_3 + HClO_3 \longrightarrow HCl + H_2SO_4$$
$$H_2SO_3 + HClO_4 \longrightarrow HCl + H_2SO_4$$
$$H_2S + JO_3 \longrightarrow S + J_2 + H_2O$$

8. Idem:

$$AuCl_3 + FeCl_2 \longrightarrow Au + FeCl_3$$
$$BiCl_3 + SnCl_2 \longrightarrow Bi + SnCl_4$$
$$FeCl_3 + H_2S \longrightarrow S + FeCl_2 + HCl$$

Scanned with OKEN Scanner

9. Idem:

$$H_2S + H_2SO_3 \longrightarrow S + H_2O$$
$$H_2S + SO_2 \longrightarrow S + H_2O$$
$$HJ + HJO_3 \longrightarrow J_2 + H_2O$$

N o t ă. Exerciţiile pot fi formulate şi astfel (de exemplu ultimul): Acidul iodhidric reacţionează cu acidul iodic şi se obţine iod elementar şi apă. Să se discute acest proces redox.

X. Probleme generale în legătură cu concentraţia soluţiilor şi cu teoria reacţiilor redox

1. Se prăjeşte pirita în prezenţa oxigenului şi rezultă oxid feric şi bioxid de sulf. Să se analizeze acest proces redox şi să se calculeze cantitatea de pirită de 30% puritate necesară pentru a se obţine 1 000 m³ bioxid de sulf.

R. 8926 kg FeS_2 30% .

2. Bioxidul de sulf reacţionează cu bromul elementar, în mediu apos, şi rezultă acid bromhidric şi acid sulfuric. Să se analizeze acest proces redox şi să se determine numărul de moli de brom intraţi în reacţie, dacă acidul sulfuric rezultat s-a neutralizat cu 100 ml soluţie 1 m NaOH.

R. 0,05 moli Br_2.

3. Se reduc aluminotermic 8,5 moli pentoxid de vanadiu cu aluminiu metalic şi se obţin vanadiu metalic şi oxid de aluminiu. Să se analizeze acest proces redox. Dacă cele două cantităţi de metale (Al intrat şi V ieşit) ar forma un aliaj, să se determine compoziţia aliajului.

R. Al=47%; V=53%.

4. Acidul sulfuros reacţionează cu acidul cloric şi formează acid sulfuric şi acid clorhidric. Să se analizeze acest proces redox. Cîţi moli de acid sulfuros ar fi intrat în reacţie, dacă amestecul de acizi rezultat s-ar fi neutralizat cu 150 ml soluţie 0,5 *n* hidroxid de sodiu.

R. 0,032 moli H_2SO_3.

5. Sulfura arsenioasă este oxidată de acidul azotic la acid arsenic, obţinîndu-se de asemenea acid sulfuric şi oxid de azot. Să se analizeze acest proces redox. Dacă se obţin 6,72 l oxid de azot, să se calculeze cantitatea de soluţie 20% acid azotic intrată în reacţie.

R. 94,5 g HNO_3 20%.

Partea a doua

EXERCIȚII PROPUSE

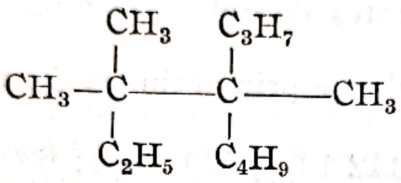
Scanned with OKEN Scanner

I. Chimie organică

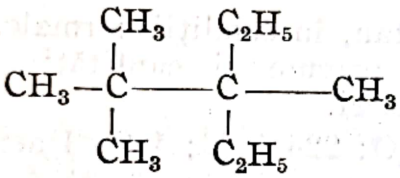
I.1. Alcani (Hidrocarburi aciclice saturate)

1. Denumiți hidrocarburile de mai jos și arătați numărul de atomi de C primari, secundari, terțiari și cuaternari:

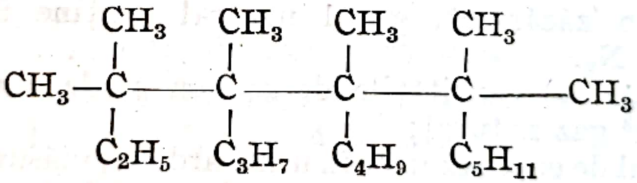
a)



b)



c)



2. Scrieți formulele structurale ale hidrocarburilor:

a) 4 metil — 5,5 dietil-hexan:
b) 2 propil — 3 butil — 4 dimetil-pentan;
c) 2, 3, 4 trimetil — 5,5 dipropil-hexan.

3. Scrieți formulele structurale ale hidrocarburilor:

a) 2 metil — 2 etil-propan;
b) 2, 3 dimetil — 3 etil-pentan;
c) 2, 3, 5 trimetil — 4 etil-hexan.

4. Vrem să umplem un vas cu metan. Cum trebuie să ținem vasul: cu gura în jos sau cu gura în sus? Dovediți prin calcul (legea lui A. Avogadro).

R. Cu gura în jos.

Scanned with OKEN Scanner

5. Metanul se poate obține prin tratarea carburii de aluminiu cu apă sau cu acid clorhidric. Dacă pornim de la 144 g carbură de aluminiu, să se arate în care din reacții se obține mai mult metan.

R. În ambele, aceeași cantitate.

6. Metanul se poate obține prin acțiunea hidroxidului de sodiu asupra acetatului de sodiu. Ce cantități de substanțe intră în reacție, dacă se obțin $^1/_3$ moli de metan?

R. 27,33 g CH_3COONa; 1,33 g NaOH.

7. Prin combustia incompletă a metanului se poate obține negru de fum. Determinați cantitățile de oxigen și de aer (~20% O_2) necesare pentru a obține 240 g negru de fum.

R. 448 l O_2; 2 240 l aer.

8. Prin combustia incompletă a metanului se poate obține oxid de carbon și hidrogen.

Pornind de la 160 g metan, să se determine cantitățile de produse rezultate. Determinați cantitatea de oxigen și de aer (~20% O_2) necesare arderii a 160 g metan.

Cît formiat de sodiu se obține prin acțiunea CO rezultat, asupra hidroxidului de sodiu?

R. 280 g CO; 40 g H_2; 112 l O_2; 560 l aer; 680 g HCOONa.

9. Se ard 5 moli de metan, în condiții normale. Determinați cantitățile de produse rezultate, precum și cantitățile de oxigen și de aer (~20% O_2) necesare combustiei.

R. 112 l CO_2; 224 l H_2O; 224 l O_2; 1120 l aer.

10. Într-un zăcămînt, gazul natural conține 94% CH_4, 3% C_2H_6, 2% CO_2 și 1% N_2.

Determinați: *a*) cantitățile de oxigen și de aer (~20% O_2) necesare arderii a 10 m^3 gaz natural;

b) volumul de gaze rezultat în urma arderii, măsurat în condiții normale;

c) cantitatea de apă care poate fi adusă la fierbere de la 0 °C, prin arderea gazului într-o instalație de încălzire cu randamentul 92% (se va lua puterea calorică a metanului egală cu cea a etanului, respectiv 8 600 kcal/m^3N).

R. *a*) 19,85 m^3 O_2 99,25 m^3 aer; *b*) 10 m^3 CO_2; *c*) 0,76 kg H_2O.

11. Prin oxidarea metanului la 400 °C și 150 atm, se obține alcool metilic. Dacă se pornește de la 5 moli de metan, determinați numărul de mililitri de alcool obținut ($\rho \approx 0{,}8$ g/ml). Determinați de asemenea cantitățile de O_2 și de aer necesare combinației (aerul: ~20% O_2).

R. 56 l O_2; 280 l aer; 200 ml CH_3OH.

12. Monoclormetanul se obține industrial prin acțiunea HCl asupra alcoolului metilic. Determinați cantitatea de alcool (în ml) necesară pentru

a obţine 202 g monoclor-metan (ρ alcool≈0,8 g/ml). Determinaţi şi cantitatea de HCl necesară şi cantitatea de apă rezultată.

R. 160 ml CH_3OH; 146 g HCl; 72 g apă.

13. Cloroformul se oxidează şi trece în fosgen. Determinaţi cantităţile de produse rezultate, dacă se porneşte de la 279 g cloroform. Determinaţi şi cantităţile de O_2 şi de aer necesare oxidării (aer: ~20% O_2). Exprimaţi compoziţia fosgenului în % greutate.

R. 29,3 l O_2; 146,5 l aer; 260 g $COCl_2$; 95 g HCl; 12% C; 16,1% O_2; 72% Cl_2.

14. Tetraclormetanul se obţine prin reacţia Cl_2 gazos asupra sulfurii de carbon. Determinaţi cantităţile de substanţe intrate în reacţie, dacă se obţin 308 g tetraclorură de carbon. Exprimaţi compoziţia celuilalt produs rezultat din reacţie.

R. 152 g CS_2; 134,4 l Cl_2; 47,4% S; 52,6% Cl_2.

15. Ce volum de butan gazos, măsurat în condiţii normale, conţine o butelie de aragaz al cărei conţinut este de 13 kg? (ρ butan≈0,6 g/ml).

R. 21,66 l.

16. Care este echivalentul kWh al unui metru cub gaz de cocserie (60% H_2; 25% CH_4; 7% CO şi 8% gaze necombustibile) ştiind că 1 kWh= =860 kcal şi 1 mol H_2 degajă 58 kcal, 1 mol CH_4 degajă 213 kcal şi 1 mol CO degajă 69 kcal.

R=4,8 kWh.

17. Determinaţi cantitatea de căldură degajată prin arderea a 1 m^3 gaz de cocserie: H_2—60%, CH_4—25%, CO—7%, gaze necombustibile — 8%, ştiind că prin ardere:

1 mol H_2 degajă ~ 58 kcal;
1 mol CO degajă ~ 69 kcal;
1 mol CH_4 degajă ~ 213 kcal.

R. 4153,9 kcal.

18. Prin disocierea termică a metanului, se obţine negru de fum. Determinaţi cantităţile de produse rezultate prin descompunerea a 100 l metan.

R. 53,5 g C; 18 g H_2.

I.2. Alchene (Hidrocarburi nesaturate-olefinice)

1. Ce volum de etilenă, măsurat în condiţii normale, trebuie să intre în reacţie cu hidrogenul, pentru ca să rezulte 2,5 moli etan? Exprimaţi compoziţia etanului în % greutate.

R. 56 l C_2H_4; 86% C; 14% H_2.

Scanned with OKEN Scanner

2. Dubla legătură se recunoaşte cu ajutorul reacţiei de adiţie a bromului. Cît brom se poate adiţiona la 1,4 l etilenă? Cu ce randament s-a lucrat, dacă s-au obţinut 8 g dibrom-etan?

R. 10 g Br_2; rand=68%.

3. Etilena se poate obţine din alcoolul etilic în prezenţa H_2SO_4. Dacă pornim de la 200 g alcool etilic, se obţin 67,2 l etilenă. Cu ce randament s-a lucrat ? Cîtă apă rezultă ?

R. rand = 69%; 78,2 g H_2O.

4. Propilena adiţionează acid bromhidric şi produce 2-brom-propan (regula lui Marcownikow). Ce cantităţi de materii prime intră în reacţie, dacă se obţin 1,23 g de 2-brom-propan.

R. 0,42 g propilenă; 0,81 g HBr.

5. Prin arderea etilenei, măsurată în condiţii normale, se obţine bioxid de carbon şi apă. Ce cantitate de O_2 şi de aer (cu ~ 20% O_2) este necesară pentru combustia a 100 l etilenă? Care este volumul amestecului gazos obţinut?

R. 300 l O_2; 1 500 l aer; 400 l amestec gazos.

6. Prin acţiunea etilenei asupra protoclorurii de sulf, S_2Cl_2 se obţine sulfura de etil diclorată (iperita). Ce cantităţi de produse rezultă dacă se porneşte de la $^1/_2$ l etilenă ?

R. 1,7 g iperită.

7. Ce volum de etilenă trebuie să intre în reacţie cu O_2 în prezenţa $KMnO_4$ în soluţie apoasă, pentru a obţine 2 moli de glicol? Cît oxigen şi cîtă apă sînt necesare?

R. 44,8 l C_2H_4; 36 g H_2O; 22,4 l O_2.

8. În prezenţa H_2SO_4, etilena adiţionează apă, producînd alcool etilic (reacţia lui Butlerov). Cîţi mililitri alcool etilic ($\rho \cong 0,8$ g/ml) se obţin pornind de la 2,5 moli etilenă? Ce cantitate de apă este necesară?

R. 144 ml CH_3CH_2OH; 45 g apă.

9. Alcoolul etilic la 400 °C şi în prezenţa unui catalizator (Al_2O_3+ZnO) produce butadienă (S. Lebedev). Scrieţi ecuaţia reacţiei şi determinaţi cantităţile de produse rezultate din reacţie dacă se porneşte de la 3 moli alcool etilic?

R. 81 g C_4H_6; 54 g apă; 33,6 l H_2.

I.3. Alchine (Hidrocarburi nesaturate-acetilenice)

1. Ce volum de acetilenă a intrat în reacţie cu apă, dacă au rezultat 22 g aldehidă acetică (reacţia lui Kucerov)? Ce volum de apă este necesar?

R. 11,2 l H_2C_2; 9 g H_2O.

Scanned with OKEN Scanner

2. Prin reacţia Kucerov, acetilena adiţionează apă (Hg_2SO_4 catalizator) şi formează aldehidă acetică. Ce cantităţi de substanţe intră în reacţie, dacă se obţine $^1/_3$ moli de aldehidă? Cu ce randament s-a lucrat, dacă se obţine 10 g etanal?

R. 7,46 l C_2H_2; 6g H_2O; 14,6 g CH_3CHO; rand = 68%.

3. Cîţi litri de acetilenă, în condiţii normale, trebuie să rezulte prin acţiunea apei asupra a 1 kg carbid ce conţine 85% carbură de calciu. Cîtă apă este necesară?

R. 297,5 l H_2C_2; 478 g H_2O.

4. Prin arderea a 1 mol acetilenă, măsurat în condiţii normale, se degajă ~ 312 kcal. Ce cantitate de căldură se degajă prin arderea 1 m^3 acetilenă, dacă randamentul reacţiei este de 90%?

R. 12,51 kcal.

5. Prin adiţia acidului clorhidric la acetilenă rezultă clorura de vinil. Ce cantităţi de substanţe intră în reacţie, dacă se obţin 2,5 moli clorură de vinil?

R. 56 l HCl; 56 l C_2H_2; 91,25 g HCl.

6. Prin polimerizarea acetilenei, se obţine benzen. Ce cantitate de acetilenă intră în reacţie dacă se obţine 1/3 moli de benzen. Exprimaţi rezultatul în mililitri.

R. 22 400 ml.

7. Determinaţi cantităţile (vol) de O_2 şi de aer (~20% O_2) necesare pentru arderea a 1 m^3 acetilenă. Care este volumul amestecului gazos obţinut?

R. 2,5 m^3 oxigen; 12,5 m^3 aer; 3 m^3 amestec gazos.

8. Acetilura de calciu se obţine din var şi cocs, în cuptorul electric. Determinaţi cantităţile de materii prime necesare pentru obţinerea a 2,5 moli carbură de calciu. Care este volumul gazului rezultat?

R. 140 g CaO; 90 g C; 70 g CO sau 56 l CO.

9. Prin transformarea pirogenetică (peste 1 000 °C) se poate obţine acetilenă din metan. Ce cantitate de metan trebuie transformată pentru a obţine $^1/_3$ moli acetilenă? Care va fi volumul celuilalt produs gazos rezultat din reacţie ?

R. 14,93 l CH_4 sau 10,6 g CH_4; 22,4 l H_2.

10. Prin acţiunea apei asupra carburii de calciu, rezultă acetilenă. Ce cantităţi de substanţe intră în reacţie, dacă se obţin 67,2 l acetilenă? Din reacţie mai rezultă un precipitat a cărui cantitate se cere.

R. 192 g CaC_2; 108 g H_2O; 222 g $Ca(OH)_2$.

11. Prin arderea incompletă a acetilenei, rezultă negru de fum. Ce produse şi ce cantităţi rezultă prin combustia a 112 l acetilenă?

R. 5 moli H_2O=90 g sau 112 l apă; 120 g C.

Scanned with OKEN Scanner

12. Prin polimerizarea acetilenei se obţine vinil-acetilena, care prin adiţie de HCl produce cloropren. Ce volum de acetilenă intră în reacţie, dacă rezultă $^1/_3$ moli cloropren, randamentul reacţiei fiind de 80%?

R. 18,66 l C_2H_2.

13. Din ce cantităţi de clorură de sodiu şi carbid se obţine o tonă de policloropren, considerînd substanţele pure, şi randamentul 100%.

R. 1446,3 kg. CaC_2; 661 kg NaCl.

I.4. Hidrocarburi aromatice

1. Ce volum de aer este necesar pentru combustia completă a 1 g benzen? Dar a 1 ml benzen? ($\rho \cong 0{,}9$ g/ml).

R. *a* 10,75 l aer; *b* 9,7 l aer.

2. Ce cantitate de benzen se poate obţine din 33,6 l acetilenă? A cîta parte din molecula-gram este această cantitate? Ce cantitate de HNO_3 este necesară pentru a transforma benzenul obţinut în mononitrobenzen?

R. 39 g C_6H_6; 31,5 g HNO_3.

3. Ce cantitate de benzen este necesară pentru a obţine 100 g paradiclorbenzen? Ce volum de clor este necesar?

R. 53 g C_6H_6; 30,5 l Cl_2.

4. Prin reacţia a 0,5 moli benzen cu 80 g brom, au rezultat 62,8 g brom-benzen. Cîte procente reprezintă aceasta din randamentul teoretic?

R. rand. 80%.

5. Ce cantitate de benzen rezultă prin polimerizarea a 33,6 l acetilenă, randamentul reacţiei fiind 90%.

R. 35,1 g C_6H_6.

6. O benzină conţine un amestec de izomeri: 80% heptani, C_7H_{16} şi 20% octani C_8H_{18}. Determinaţi volumul de aer ($\sim$20% O_2) necesar pentru arderea a 5 kg din această benzină.

R. 61,58 m³ aer.

7. Determinaţi cantităţile de produse rezultate prin arderea a 1 kg petrol lampant, ce conţine 85% C şi 15% H_2?

R. 3,11 kg CO_2 sau 13,5 kg apă sau 1,68 m³ apă; 1,59 m³ CO_2.

8. În prezenţa H_2SO_4, acidul azotic trece benzenul în mononitrobenzen. Ce cantitate de nitrobenzen se poate obţine dacă pornim de la 50 ml benzen ($\rho \cong 0{,}9$ g/ml), dacă randamentul reacţiei este 80%?

R. 56,8 g $C_6H_5NO_2$.

9. Cu ce volum de hidrogen va reacţiona o cantitate de 7,8 g benzen, pentru a se obţine ciclohexanul? Cît ciclohexan se obţine?

R. 6,72 l H_2; 8,4 g C_6H_{12}.

Scanned with OKEN Scanner

10. Cît hexacloran se poate obține dacă pornim de la 67,2 l clor? Ce cantitate de benzen intră în reacție?

R. 78 g C_6H_6.

11. Prin oxidarea blîndă a toluenului, se obține aldehida benzoică. Cu ce cantitate de toluen vor reacționa 5,6 l O_2 și ce produse se obțin?

R. 23 g $C_6H_5CH_3$; 26,5 g C_6H_5CHO; 4,5 g apă.

12. Prin oxidarea energică a toluenului, se obține acid benzoic. Cu ce cantitate de toluen vor reacționa 2,75 moli oxigen și cît acid benzoic se obține?

R. 2,75 moli $C_6H_5CH_3$: 335,5 g acid benzoic.

13. Prin nitrarea energică a toluenului, se obține trotilul (trinitrotoluen). Cu ce cantitate de toluen va reacționa $^1/_3$ mol acid azotic și cît trotil se obține?

R. $\frac{1}{9}$ moli $C_6H_5CH_3$; $\frac{1}{9}$ moli trotil.

14. Prin oxidarea naftalenului, se obține acidul ftalic. Ce produse și ce cantități se obțin prin reacția dintre 4,5 moli oxigen și naftalen?

R. 1 mol acid ftalic; 2 moli CO_2; 1 mol H_2O.

15. Prin oxidarea antracenului, se obține antrachinona.
Ce cantitate (în moli) se obține prin acțiunea a 3 moli oxigen asupra antracenului?

R. 2 moli antrachinonă.

I.5. Alcooli. Fenoli

1. Determinați volumul de hidrogen degajat prin acțiunea a 0,1 moli sodiu metalic asupra: *a*) apei; *b*) alcoolului etilic.

R. $\frac{1}{20}$ moli H_2 în ambele cazuri = 1,12 l H_2.

2. Ce volum de aer este necesar (~ 20% O_2) pentru a arde complet 9,5 ml alcool etilic? Ce cantitate de bioxid de carbon se degajă?

R. 55,5 l aer; 7,4 l CO_2.

3. Ce volum de etilenă se poate obține din 100 ml alcool etilic ($\rho \cong 0{,}8$ g/ml)? Cîtă apă rezultă?

R. 39 l C_2H_4; 31,4 g H_2O.

4. Ce cantitate de tribromfenol se poate obține din 0,2 moli brom ? Cît fenol intră în reacție?

R. $\frac{2}{30}$ moli tribromfenol sau 22 g tribromfenol și 6,2 g C_6H_5OH.

Scanned with OKEN Scanner

5. Determinaţi volumele de oxid de carbon şi de hidrogen intrate în reacţie, dacă s-au obţinut 2 m^3 alcool metilic (ρ=0,8 g/ml).

R. 1 120 m^3 CO; 2,240 m^3 H_2.

6. La lucrările practice de chimie, în fiecare spirtieră au ars 10 g alcool etilic. Cît oxigen se consumă pentru ardere, dacă în clasă au fost 20 de spirtiere ?

R. 292 l O_2.

7. Prin oxidare, alcoolul metilic trece în aldehidă formică. Cîţi litri de oxigen sînt necesari pentru oxidarea a 1,5 moli alcool metilic şi cîtă aldehidă formică se obţine ?

R. $\frac{3}{4}$ moli O_2=16,8 l O_2; 54 g HCHO.

8. Prin oxidare energică, alcoolul metilic trece în acid formic. Cît acid formic se obţine dacă în reacţie intră 11,2 l oxigen şi cît alcool metilic se consumă?

R. 16 g CH_3OH; 23 g HCOOH.

9. Cît oxigen este necesar pentru arderea a 1,5 moli alcool etilic? Ce produse şi ce cantităţi rezultă din reacţie?

R. 4,5 moli O_2=100,8 l O_2; 67,2 l CO_2; 100,8 l H_2O.

10. Cît alcool etilic se poate obţine prin fermentarea a 1,25 moli de glucoză? Cît bioxid de carbon rezultă?

R. 115 g C_2H_5OH; 56 l CO_2.

1. Ce volum de etilenă şi cîte grame de apă sînt necesare pentru a obţine 50 ml alcool etilic (ρ=0,8 g/ml)?

R. 1,6 g H_2O; 1,5 l C_2H_4.

12. Ce produse şi în ce cantităţi se obţin prin acţiunea $K_2Cr_2O_7$ (catal. H_2SO_4) asupra a 2 moli de alcool etilic?

R. 88 g CH_3CHO; 36 g H_2O.

13. Ce produse şi în ce cantităţi se obţin prin acţiunea $KMnO_4$ asupra 2,5 moli de alcool etilic?

R. 2,5 moli CH_3COOH; 2,5 moli H_2O.

14. Ce cantitate de acroleină se poate obţine din 50 ml glicerină ($\rho \cong 1{,}25$ g/ml)? Ce cantitate de apă rezultă?

R. 38 g acroleină; 24,2 g apă.

15. Scrieţi reacţia de obţinere a glicerinei din propenă. Ce volum de clor intră în reacţie pentru a putea obţine 4 moli de glicerină?

R. 6 moli Cl_2 sau 134,4 l Cl_2.

16. Cît glicerat de cupru se poate obţine din 1,5 moli glicerină? Cîtă apă rezultă?

R. 1,5 moli glicerat de cupru; 3 moli apă.

Scanned with OKEN Scanner

17. Cît acid azotic intră în reacție cu glicerina pentru a se obține 2 moli trinitrat de glicerină ? Cîtă apă rezultă?

R. 6 moli HNO_3; 6 moli H_2O.

18. Cu ce cantitate de soluție 50% NaOH reacționează fenolul, dacă se obține 1,5 mol de fenolat de sodiu?

R. 120 g NaOH 50%.

19. Cu ce cantitate de acid azotic 50% reacționează fenolul pentru a se obține 2 moli de acid picric?

R. 756 g HNO_3 50%.

I.6. Eterii

1. În prezența acidului sulfuric, la aproximativ 140 °C, alcoolul etilic produce eterul sulfuric. Ce produse se obțin, dacă pornim de la 50 ml alcool etilic ($\rho \cong 0{,}8$ g/ml)?

R. 33,6 g eter; 8,2 g apă.

2. Cîți litri de oxigen se consumă la arderea a 2,5 moli eter etilic? Ce produse și ce cantități se obțin?

R. 336 l O_2; 224 l CO_2; 280 l H_2O.

I.7. Aldehide. Cetone

1. Prin oxidarea a 200 ml alcool metilic ($\rho \cong 0{,}8$ g/ml) s-au obținut 240 g soluție 6% aldehidă formică. Cu ce randament s-a lucrat ?

R. 9,9%.

2. La dezinfectarea locuințelor se folosesc 5 g formalină 40% pentru 1 m^3 apartament. Se cere:

a) cantitatea de aldehidă formică necesară pentru a se obține 20 kg formalină de 40%;

b) volumul de încăperi ce se poate dezinfecta cu această cantitate de formalină;

c) cît alcool metilic este necesar pentru a se obține aldehida formică de la p.a.

R. 8 kg; 4 000 m^3; 8,5 kg alcool.

3. Prin reducerea oxidului de argint cu aldehida acetică, se obțin 8,1 g argint. Ce cantitate de aldehidă acetică este necesară?

R. 1,65 g CH_3CHO.

4. Se prepară licoarea Fehling cu 5 g de $CuSO_4 \cdot {}_5HSO$. Ce cantitate de etanal se poate oxida cu această licoare? Cît oxid cupros se obține?

R. 0,44 g CH_3CHO; 1,43 g Cu_2O.

Scanned with OKEN Scanner

5. Cîtă acetonă se obţine prin descompunerea a 1,58 g acetat de calciu? Ce alt produs şi în ce cantitate rezultă?

R. 0,58 g CH_3COCH_3; 1 g $CaCO_3$.

6. Cît acid formic se poate obţine prin acţiunea a 33,6 l oxigen asupra aldehidei formice şi cîtă aldehidă intră în reacţie?

R. 90 g HCHO; 138 g HCOOH.

7. Cîtă aldehidă formică reacţionează cu 11,2 l amoniac pentru a se obţine hexametilentetramină (urotropină)? Cîtă apă rezultă?

R. 22,5 g CH_2O; 13,5 g H_2O

8. Prin oxidarea parţială a metanului, la 600 °C şi în prezenţa unui catalizator, metanul trece în aldehidă formică. Ce produse şi în ce cantităţi se obţin, dacă se porneşte de la 89,6 l metan? Cît oxigen este necesar?

R. 89,6 l O_2; 120 g HCHO; 72 g apă.

9. Cîtă aldehidă benzoică se obţine prin acţiunea a 11,2 l O_2 asupra toluenului ? Cîtă apă rezultă? Cît acid benzoic se poate obţine din aldehida benzoică rezultată?

R. 53 C_6H_5CHO; 9 g H_2O; 61 g C_6H_5COOH.

10. Ce volum de hidrogen intră în reacţie cu aldehida benzoică pentru a se obţine 1,5 moli alcool benzilic? Cîtă aldehidă benzoică este necesară?

R. 33,6 l H_2; 159 g C_6H_5CHO.

11. Ce volum de hidrogen este necesar, pentru ca prin reacţia cu acetonă, să se obţină 2 moli alcool izopropilic? Cîtă acetonă intră în reacţie?

R. 33,6 l H_2; 159 g C_6H_5CHO.

12. Prin oxidare energică ($KMnO_4$), acetona formează doi acizi. Care sînt acei acizi şi în ce cantităţi se obţin, dacă pornim de la 2 moli acetonă? Cîţi litri de oxigen sînt necesari?

R. 2 moli HCOOH; 2 moli CH_3COOH; 3 moli O_2.

13. Cît fenol şi cîtă aldehidă formică intră în reacţie pentru a se obţine 2 moli metilendifenol? Cîtă apă rezultă?

R. 376 g C_6H_5OH; 60 g CH_2O; 36 g apă.

14. Cît acid clorhidric se adiţionează la acetonă pentru a se obţine 2 moli de clorhidrină? Cîtă acetonă intră în reacţie?

R. 73 g HCl; 116 g CH_3COCH_3.

I.8. Acizi organici

1. Determinaţi volumul de hidrogen ce se poate obţine prin acţiunea acidului acetic asupra a 0,1 moli fier metalic. Cît acid acetic intră în reacţie?

R. 12 g CH_3COOH; 2,24 l H_2.

Scanned with OKEN Scanner

2. Cît oxid de carbon intră în reacţie cu 0,25 moli hidroxid de sodiu, pentru a se obţine formiat de sodiu ? Determinaţi cantităţile de produse rezultate din reacţie.

R. 7 g sau 5,6 l CO; 17 g HCOONa.

3. Se neutralizează 10 kg soluţie de acid acetic 10% ($\rho \approx 1$ g/ml) cu exces de hidroxid de calciu. Concentrînd soluţia, apare un precipitat alb, care este apoi calcinat la temperatură înaltă. Determinaţi cantităţile de produse obţinute.

R. 0,483 kg CH_3COCH_3; 0,83 kg $CaCO_3$.

4. Determinaţi cantitatea de acid acetic ce se poate obţine prin oxidarea a 4,4 g aldehidă acetică. Cîţi moli de oxigen sînt necesari pentru aceasta ?

R. $\frac{1}{20}$ moli O_2; 6 g CH_3COOH.

5. Prin hidrogenarea acidului oleic s-au obţinut 28,4 g acid stearic. Cîţi moli de hidrogen au intrat în reacţie?

R. $\frac{1}{10}$ moli H_2.

6. Cît acid acetic se poate obţine prin oxidarea a 100 kg suc fermentat ce conţine 10% alcool etilic ? Cîtă apă rezultă?

R. 13 kg CH_3COOH; 4 kg apă.

7. Cît acid sulfuric de 50% intră în reacţie cu formiatul de sodiu, pentru a se obţine 0,5 moli acid formic? Ce alt produs mai rezultă din reacţie şi în ce cantitate?

R. 49 g H_2SO_4 50%; 35,5 g Na_2SO_4.

8. Ce produs şi în ce cantităţi rezultă prin descompunerea acidului formic în prezenţa H_2SO_4? Se porneşte de la 3 moli de acid formic.

R. 3 moli CO=84 g CO; 54 g H_2O.

9. Cît acid acetic se poate obţine prin acţiunea a 4,9 g acid sulfuric asupra acetatului de calciu? Ce alt produs rezultă şi în ce cantitate?

R. 6 g CH_3COOH; 6,8 g $CaSO_4$.

10. Cît acid acetic se obţine prin hidroliza a 0,5 moli acetat de aluminiu ? Cîtă apă este necesară?

R. 90 g CH_3COOH; 27 g H_2O.

11. Scrieţi ecuaţiile reacţiilor prin care se poate obţine acidul oxalic pornind de la formiatul de sodiu. Cît hidroxid de calciu şi cît acid sulfuric se consumă pentru a se obţine 1,5 moli acid oxalic?

R. 1,5 moli $Ca(OH)_2$=111 g $Ca(OH)_2$; 1,5 mol H_2SO_4=147 g H_2SO_4.

Scanned with OKEN Scanner

12. Ce produse şi în ce cantităţi se obţin, prin descompunerea la 200°C a 0,5 moli acid oxalic?

R. 0,5 moli HCOOH; 0,5 moli CO_2.

13. Ce produse şi în ce cantităţi se obţin prin încălzirea în prezenţa H_2SO_4 a 2,5 moli acid oxalic?

R. 110 g CO_2; 70 g CO; 45 g H_2O.

14. Scrieţi ecuaţia de reducere a soluţiei sulfurice de permanganat de potasiu de către acidul oxalic. Determinaţi cantităţile de apă şi de bioxid de carbon obţinute, dacă pornim de la 2,5 moli acid oxalic?

R. 112 l CO_2; 72 g H_2O.

I.9. Esteri. Grăsimi

1. Determinaţi cantitatea de alcool etilic 96% necesară pentru ca prin esterificarea acidului acetic să se obţină 0,250 g acetat de etil.

R. 0,135 g C_2H_5OH.

2. Săpunul obişnuit se obţine prin fierberea grăsimilor cu hidroxid de sodiu. Cît săpun se poate obţine dacă pornim de la 3 kg tristearină, randamentul reacţiei fiind 80%?

R. 2,47 kg săpun.

3. Determinaţi cantitatea de soluţie de hidroxid de sodiu 25% necesară pentru transformarea în săpun a 3 kg trioleină;

R. 1,6 kg NaOH 25%.

4. Ce cantitate de acid acetic a intrat în reacţie, dacă se obţin 50 g ester metil acetic ? Cît alcool metilic se consumă?

R. 40,5 g CH_3COOH; 21,6 g CH_3OH.

5. Care este volumul de oxigen şi de aer necesar pentru combustia completă a unei lumînări de acid stearic de 25 g ? Care este volumul CO_2 obţinut?

R. 51 l O_2; 255 l aer; 35,5 l CO_2.

6. Ce volum de metan trebuie descompus termic, pentru ca hidrogenul rezultat să transforme (catalitic) 1 mol trioleină în tristearină?

R. 33,6 l CH_4.

7. La fabricarea săpunului a fost necesară 0,2 t sodă caustică. Ce cantitate de glicerină a rezultat din reacţie, dacă randamentul a fost de 80% ?

R. 0,1246 t glicerină.

8. Ce cantitate de glicerină intră în reacţie pentru a transforma 2 moli de acid butiric în tributirină ? Cîtă apă rezultă?

R. 61 g glicerină; 36 g apă.

Scanned with OKEN Scanner

9. Ce produse şi ce cantităţi rezultă din reacţia dintre 3 moli acid stearic cu bicarbonatul de calciu?

R. $^3/_2$ moli stearat de calciu; 3 moli H_2O; 3 moli CO_2.

I.10. Zaharide

1. Cîte grame de carbonat de calciu se obţin prin reacţia dintre laptele de var şi bioxidul de carbon rezultat prin fermentarea a 2 moli glucoză ?

R. 400 g $CaCO_3$.

2. Prin fermentarea alcoolică a glucozei s-au degajat 5,6 l bioxid de carbon. Cîţi mililitri de alcool au rezultat ($\rho \cong 0{,}8$ g/ml) şi cîtă glucoză s-a transformat?

R. 11,37 ml C_2H_5OH; 22,5 g glucoză.

3. Prin fermentarea a 90 g glucoză se obţine 39,1 g alcool etilic. Cu ce randament s-a lucrat şi cît bioxid de carbon rezultă ?

R. 85%; 19,04 l CO_2.

4. Din amidon, în urma zaharificării şi a fermentaţiei alcoolice, au rezultat 44,8 l bioxid de carbon. Cît alcool se obţine ?

R. 92 g C_2H_5OH.

5. Ce cantitate de acid azotic 99% este necesară pentru a transforma celuloza în 150 g trinitrat de celuloză?

R. 96,3 g HNO_3 99%.

6. Cît argint metalic şi cît acid gluconic se obţine în urma reacţiei dintre 2 moli oxid de argint şi glucoză?

R. 2 moli acid gluconic; 4 moli Ag = 428 g Ag.

7. Ce produse şi în ce cantităţi rezultă prin acţiunea reducătoare a 2 moli glucoză asupra hidroxidului de cupru?

R. 2 moli Cu_2O; 2 moli acid gluconic; 4 moli H_2O.

8. Ce produse şi în ce cantităţi se obţin prin hidroliza a 3 moli zaharoză ? Ce volum de apă lichidă este necesar?

R. 3 moli glucoză; 3 moli fructoză; 54 ml apă.

I.11. Compuşi organici cu azot

1. Ce cantităţi de benzen şi de acid azotic 60% sînt necesare pentru a obţine 50 g nitrobenzen? Cîtă apă rezultă?

R. 31,7 g C_6H_6; 42,7 g HNO_3 60%; 7,3 g H_2O.

Scanned with OKEN Scanner

2. Ce cantităţi de nitrobenzen şi de hidrogen (în vol) sînt necesare pentru a se obţine 100 g anilină ? Cîtă apă se obţine?

R. 128 g $C_6H_5NO_2$; ~69 l H_2; 37,5 g H_2O.

3. Ce cantităţi de toluen şi de acid azotic 80% se consumă pentru a se obţine 3 moli trotil ?

R. 3 moli toluen; 708,8 g HNO_3 80%.

4. Cît acid picric se obţine prin acţiunea a 50 g acid azotic asupra fenolului ? Cîtă apă rezultă?

R. 60,6 g acid picric; 14 g apă.

5. Ce cantităţi de substanţe intră în reacţie dacă se obţin 100 g clorură de fenilamoniu, randamentul reacţiei fiind 90%?

R. 79,7 g $C_6H_5NH_2$; 31,3 g HCl.

6. Ce cantitate de hidroxid de argint va reacţiona cu 135 g clorură de metilamoniu ? Cîtă amină intră în reacţie pentru a se obţine clorură de metilamoniu ?

R. 252 g AgOH; 2 moli metilamină = 62 g metilamină.

7. Ce cantităţi de fier şi de acid clorhidric sînt necesare pentru ca hidrogenul rezultat să transforme 1,5 moli nitrobenzen în anilină?

R. 252 g Fe; 328,5 g HCl.

8. Cît acid clorhidric 20% este necesar pentru a transforma 50 g anilină în clorhidrat de anilină?

R. 95 g HCl 20%.

9. Ce cantităţi de produse se obţin prin acţiunea a 10 g hidroxid de sodiu asupra clorurii de fenilamoniu ?

R. 24 g $C_6H_5NH_2$; 14,6 g NaCl; 4,5 g H_2O.

10. Cu ce cantitate de brom trebuie să reacţioneze anilina, pentru a se obţine 100 g tribromanilină?

R. 145 g Br_2.

11. Prin acţiunea bioxidului de carbon asupra amoniacului, la 130 °C şi 50 atm, se obţine ureea. Determinaţi volumele substanţelor intrate în reacţie, dacă se obţine 25 g uree. Cîtă apă rezultă?

R. 9,3 l CO_2; 18,6 l NH_3; 7,5 g H_2O.

12. Ce cantitate de biuret se poate obţine prin încălzirea la 160 °C a 15 g uree, dacă randamentul reacţiei este de 80%?

R. 10,88 g biuret.

13. Ce cantitate de uree se poate hidroliza cu 4,5 g apă şi ce produse se pot obţine ? Care este volumul amestecului gazos obţinut?

R. 7,5 g uree; 8,4 l amestec gazos.

Scanned with OKEN Scanner

14. Într-o soluţie de anilină se adaugă brom. Precipitatul depus cîntăreşte 10 g. Cîte grame de anilină au fost în soluţie?

R. 3 g $C_6H_5NH_2$.

15. Ce produse şi în ce cantităţi se obţin prin acţiunea a 3,6 g apă asupra acetamidei?

R. 12 g CH_3COOH; 3,4 g NH_3.

16. Cît carbonat de amoniu se poate obţine prin acţiunea a 7,2 g apă asupra ureei ? În ce produse se descompune carbonatul de amoniu?

R. 19, 2 g $(NH_3)_2CO_3$; 4,48 l CO_2; 8,96 l NH_3; 3,6 g apă.

17. Ce cantitate de acid cianhidric se obţine prin acţiunea metanului asupra a 67,2 l amoniac, în prezenţa unui catalizator ? Ce alt produs şi în ce volum se obţine?

R. 81 g HCN; 201,6 l H_2.

18. Cu ce cantitate de acid cloracetic vor reacţiona 5,6 l NH_3 pentru a se obţine glicocol ? Ce alt produs se obţine şi în ce cantitate?

R. 12,06 acid cloracetic; 6,7 g NH_4Cl.

19. Ce cantitate de glicocolat de etil se poate obţine prin acţiunea a 1,5 moli alcool etilic asupra acidului aminoacetic ? Cîtă apă rezultă ?

R. 1,5 moli glicocolat de etil; 1,5 moli H_2O.

20. Ce produse şi ce cantităţi trebuie să intre în reacţie pentru a se obţine 0,5 moli clorhidrat de glicocol?

R. 0,5 moli glicocol; 0,5 moli HCl.

21. Cît acid sulfuric de 50% este necesar pentru ca prin acţiunea lui asupra cianurii de potasiu să obţinem 2 moli acid cianhidric?

R. 392 g H_2SO_4 50%.

II. Chimie anorganică

II.1. Hidrogen

1. Prin decompunerea vaporilor de apă cu fier incandescent, se obţine într-o singură operaţie 80 m^3 hidrogen. Determinaţi consumul de fier şi cantitatea de Fe_3O_4 rezultată, dacă în uzină se execută 3 operaţii pe zi?

R. 448,8 kg Fe; 620,2 kg Fe_3O_4.

Scanned with OKEN Scanner

2. Cît timp trebuie să treacă un curent electric de intensitate 6 A prin apă acidulată, pentru ca hidrogenul să poată reduce 3,2 kg oxid feros ?

R. 22,4 zile.

3. La 1 200 °C, 1 volum de fier reacţionează 0,65 volume H_2 (în condiţii normale). Determinaţi cantitatea de hidrogen (în greutate) care poate reacţiona cu o tonă fier, la aceeaşi temperatură, ştiind că $\rho Fe \approx 7{,}9$ g/ml.

R. 76 g H_2.

4. Determinaţi greutatea unui litru de hidrogen, în condiţii normale, şi densitatea hidrogenului faţă de aer. De cîte ori este hidrogenul mai uşor decît aerul?

R. 0,089 g/l; 0,069; 14,5 ori.

5. 0,5 l apă lichidă reacţionează cu 2,3 g sodiu metalic. Ce volum de hidrogen se degajă ? Ce concentraţie (% greutate) va avea soluţia alcalină obţinută?

R. 1,12 l H_2; ~0,8%.

6. Prin disociere termică, metanul pune în libertate negru de fum şi hidrogen. Ce cantităţi de produse se obţin prin descompunerea a 112 m^3 metan ? Ce volum de amoniac se poate obţine cu hidrogenul rezultat ?

R. 60 kg negru de fum; 224 m^3 H_2; 149 m^3 NH_3.

7. În anumite condiţii, metanul în prezenţa vaporilor de apă trece în oxid de carbon şi hidrogen. Ce cantitate de apă este necesară pentru a transforma 44,8 l CH_4 ? Care este volumul amestecului gazos obţinut ?

R. $CH_4+H_2O=CO+3H_2$; 36 g H_2O (44,8 l); 179,2 l amestec gazos.

8. În anumite condiţii, metanul reacţionează cu bioxidul de carbon şi produce oxid de carbon şi hidrogen. Cu ce cantitate de metan vor reacţiona 8,8 g bioxid de carbon şi care va fi volumul amestecului gazos obţinut ?

R. $CH_4+CO_2=2CO+2H_2$; 4,48 l CH_4; 17,92 l amestec gazos.

9. În anumite condiţii, un amestec de metan, vapori de apă şi bioxid de carbon reacţionează şi produce un amestec de oxid de carbon şi hidrogen. Cît hidrogen se poate obţine din 6,72 m^3 metan ? Cît cîntăreşte apa intrată în reacţie?

R. $3CH_4+CO_2+2H_2O=4CO+8H_2$; 17,92 m^3 H_2; 3,6 kg H_2O.

10. Hidrogenul se poate obţine prin combustia incompletă a metanului. Cîţi litri de hidrogen se obţin prin combustia a 56 l metan ? Ce volum de acid clorhidric se poate obţine cu hidrogenul rezultat?

R. $CH_4+O_2=CO_2+2H_2$; 112 l H_2; 224 l HCl.

11. Ce produse şi ce cantităţi se obţin prin electroliza a 7,2 kg apă (acidulată) ? Care este raportul în greutate şi în volume al produselor rezultate la electroliză ?

R. 0,8 kg H_2 (8,96 m^3) şi 6,4 kg O_2 (4,48 m^3); H : O=1 : 8 (greutate) H : O=2 : 1 (vol).

Scanned with OKEN Scanner

12. Cu cîţi atomi de zinc metalic vor reacţiona 250 ml soluţie 20% acid sulfuric ($\rho \approx 1$ g/ml). Ce volum de hidrogen se va degaja?

R. 0,5 atomi Zn; 11,4 l H_2.

II.2. Oxigen. Ozon. Apă oxigenată

1. Ce volum de oxigen, în condiţii normale, se obţine prin descompunerea termică a 2,45 g clorat de potasiu? Cu cîte grame de hidrogen se leagă oxigenul obţinut pentru a forma apă?

R. 0,672 l O_2; 0,12 g H_2.

2. Determinaţi greutatea unui litru de oxigen, în condiţii normale, şi densitatea oxigenului faţă de aer. De cîte ori este oxigenul mai greu decît aerul?

R. 1,43 g/l; 1,1; 1,1 ori.

3. Determinaţi greutatea oxigenului obţinut prin electroliza a 72 g apă (acidulară). Ce volum de hidrogen s-a obţinut la electroliză?

R. 64 g O_2; 89,6 l H_2.

4. Cîţi moli de oxid roşu de mercur trebuie să se descompună termic, pentru ca oxigenul rezultat să formeze 7,2 g apă? Ce volum ocupă, în condiţii normale, oxigenul obţinut?

R. 0,4 moli; 4,48 l O_2.

5. Cîţi moli de clorat de potasiu trebuie să se descompună termic, pentru ca oxigenul rezultat să transforme 54 g aluminiu metalic în Al_2O_3 ? Ce volum ocupă oxigenul necesar?

R. 1 mol $KClO_3$; 33,6 l O_2.

6. Ce volum de oxigen, în condiţii normale, se obţine prin descompunerea a 0,25 moli ozon ? Cu ce volum de hidrogen reacţionează oxigenul rezultat ? Cît cîntăreşte apa obţinută?

R. 8,4 l O_2; 16,8 l H_2; 12,8 g H_2O.

7. 3,36 l oxigen sînt trecuţi în ozon; se obţin 1,9 l ozon. Cu ce randament s-a lucrat? Cîţi moli reprezintă 1,9 l ozon

R. 85%, 0,085 moli ozon.

8. Ozonul se recunoaşte prin reacţia cu o soluţie apoasă de iodură de potasiu. Scrieţi ecuaţia reacţiei şi arătaţi volumul de ozon necesar pentru a se obţine 0,2 moli de iod. Ce volum de oxigen rezultă din reacţie ($O_3 + 2KJ + H_2O = J_2 + 2KOH + O_2$)?

R. 0,2 moli O_3; 0,2 moli (4,48 l O_2).

9. Ozonul oxidează sulfura de plumb la sulfat de plumb. Cîţi moli de ozon sînt necesari pentru a se obţine 0,1 moli sulfat de plumb ? Ce volum de oxigen rezultă din reacţie?

R. 0,4 moli O_3; 8,96 l O_2 ($PbS + 4O_3 = PbSO_4 + 4O_2$).

Scanned with OKEN Scanner

10. Cîți moli de peroxid de bariu intră în reacție cu acidul sulfuric, pentru a se obține 3,4 g apă oxigenată ? Ce cantitate de acid sulfuric de 50% este necesară ?

R. 0,1 moli BaO_2; 19,6 g H_2SO_4 50% ($BaO_2+H_2SO_4=H_2O_2+BaSO_4\downarrow$).

11. Ce volum de oxigen se degajă din 400 g soluție de apă oxigenată 3%, la descompunerea totală a acesteia ? Cîte grame de apă rezultă ?

R. ($2H_2O_2=2H_2O+O_2$); 3,95 l O_2; 6,35 g H_2O.

12. Apa oxigenată eliberează iodul dintr-o soluție de iodură de potasiu. Intră în reacție 0,1 moli apă oxigenată. Determinați cantitatea (în grame) de acid sulfuric care neutralizează hidrogenul rezultat din reacție.

R. ($2KJ+H_2O_2=J_2+2KOH$); 0,2 moli KOH; 9,8 g H_2SO_4.

13. Cîte grame de apă oxigenată necesare sînt pentru a oxida 0,25 moli sulfură de plumb la sulfat de plumb ? Ce volum va ocupa apa lichidă rezultată din reacție?

R. ($PbS+4H_2O_2=PbSO_4+4H_2O$); 34 g H_2O_2; 18 ml.

II.3. Oxizi

1. Clorul prezintă patru serii de valențe pozitive: 1, 3, 5 și 7. Scrieți formulele oxizilor și acizilor corespunzători. Denumiți substanțele și determinați conținutul lor (% greutate) în clor și oxigen.

2. Valoarea minereurilor de fier se apreciază după conținutul în metal util. Care din cei trei oxizi ai fierului conține mai mult fier? Cît carbon este necesar pentru reducerea la metal a 1 mol din fiecare oxid?

R. FeO are 78%Fe; Fe_2O_3 cu 70% Fe; Fe_3O_4 cu 72,4% Fe
FeO cel mai bogat în Fe; FeO $\longrightarrow$ 12 g C;
$Fe_2O_3 \longrightarrow$ 36 g C; $Fe_3O_4 \longrightarrow$ 48 g C.

3. Carbonul reacționează cu acidul sulfuric și pune în libertate doi oxizi. Determinați cantitățile de substanțe intrate în reacție, dacă se obține 1,8 g apă. Care este volumul ocupat de cei doi oxizi rezultați din reacție ?

R. 0,6 g C; 9,8 g H_2SO_4; 1,12 l CO_2
2,24 l SO_2.

II.4. Acizi

1. Dați cîte două exemple de reacții de obținere a acizilor prin: *a*) sinteză directă din elemente;
b) reacția unei anhidride acide cu apa;
c) deplasarea dintr-o sare cu ajutorul unui acid mai puternic. Arătați și cum se disociază acizii obținuți.

2. Determinați valența sulfului în acizii de mai jos și scrieți formulele de structură: H_2S, H_2SO_3, H_2SO_4.

Scanned with OKEN Scanner

3. Determinați valența clorului în acizii de mai jos și scrieți formulele de structură: HCl, HClO, $HClO_2$, $HClO_3$, $HClO_4$.

4. Scrieți ecuațiile reacțiilor dintre acidul clorhidric și: *a*) Na metalic; *b*) Ca metalic; *c*) Al metalic. În fiecare reacție intră 1 mol de acid; câți atomi-gram de metal reacționează în fiecare caz. Interpretați rezultatele.

5. Exprimați compoziția acizilor sulfului: H_2S, H_2SO_3 și H_2SO_4, în % greutate și printr-un raport.

R. H_2S { 5,88% = H% ; 94,12% = S% ; H : S = 1 : 16 }

H_2SO_3 { 2,44% H_2 ; 39% S ; 58,56% O ; H : S : O = 1 : 16 : 24 }

H_2SO_4 { 2,05% H_2 ; 32,65% S ; 65,3% O_2 ; H : S : O = 1 : 16 : 32 }

6. Scrieți ecuațiile reacțiilor dintre sodiul metalic și:
a) un acid monobazic;
b) un acid bibazic;
c) un acid tribazic.
În fiecare reacție intră 1 atom-gram de sodiu; câți moli de acid reacționează în fiecare caz ? Interpretați rezultatul.

7. Scrieți ecuațiile reacțiilor dintre un acid monobazic și:
a) o bază monoacidă;
b) o bază biacidă;
c) o bază triacidă. În fiecare reacție intră 1 mol acid; câți moli de bază reacționează în fiecare caz ? Interpretați rezultatele.

8. Se dă 250 g soluție 20% NaOH. Cu ce cantitate de acid se neutralizează baza, dacă se lucrează cu o soluție de H_2SO_4 5% ?

R. 50 g NaOH; 61,25 g H_2SO_4; 1225 g soluție 5% H_2SO_4.

II.5. Baze

1. Dați câte două exemple de reacții de obținere a bazelor prin:
a) reacția dintre un metal și apă;
b) reacția dintre un oxid metalic și apă;
c) dezlocuirea dintr-o sare cu ajutorul unei baze.
Tratați și cum se disociază bazele obținute.

2. Exprimați compoziția NaOH, $Ca(OH)_2$ și $Al(OH)_3$ în % greutate și printr-un raport.

R. NaOH { 2,5% H_2 ; 40% O_2 ; 57,5% Na } $Ca(OH)_2$ { 2,7% H_2 ; 54% Ca ; 43,2% O_2 } $Al(OH)_3$ { 34,62% Al ; 61,53% O_2 ; 3,85% H_2 }

și: Na : O : H = 23 : 16 : 1; Ca : O : H = 20 : 16 : 1; Al : O : H = 9 : 16 : 1.

Scanned with OKEN Scanner

3. Scrieţi ecuaţiile reacţiilor dintre 1 mol de apă şi:
a) un metal monovalent;
b) un metal bivalent;
c) un metal trivalent.

Presupunînd că în fiecare caz se obţine o bază şi se degajă hidrogen, să se arate — pentru fiecare caz — cîţi moli de bază se obţin şi cîţi moli de hidrogen.

4. Scrieţi ecuaţiile reacţiilor dintre 1 mol bază monoacidă şi:
a) un acid monobazic;
b) un acid bibazic;
c) un acid tribazic.

Arătaţi pentru fiecare caz cît acid participă (în moli) şi cîţi moli de apă rezultă.

5. Se dau 500 g soluţie 10% acid sulfuric. Cu ce cantitate de bază se neutralizează acidul, dacă se lucrează cu o soluţie 5% hidroxid de sodiu ?

R. 50 g H_2SO_4; 41 g NaOH; 820 g soluţie 5% NaOH.

II.6. Săruri

1. Daţi cîte două exemple de obţinere a sărurilor prin:
a) reacţia dintre un metal şi un nemetal;
b) reacţia dintre un acid şi o bază;
c) reacţia dintre un acid şi un oxid bazic;
d) reacţia dintre un acid şi un metal;
e) reacţia dintre un oxid acid şi un oxid bazic.
Arătaţi şi cum se disociază sărurile obţinute.

2. Să presupunem că punem situaţia de a reacţiona 5,6 l anhidridă carbonică cu 28 g oxid de calciu. Reacţia este totală ? Care din substanţe este în exces ? Ce cantitate de sare rezultă?

R. Reacţia nu este totală. Exces 14 g CaO; 25 g $CaCO_3$.

3. Să presupunem că punem în situaţia de a reacţiona 2 moli anhidridă fosforică cu 4 moli oxid de calciu. Reacţia este totală ? Care din substanţe este în exces ? Ce cantitate de sare se obţine?

R. Reacţia nu este totală; exces $\frac{2}{3}$ mol P_2O_5;

$\frac{4}{3}$ mol $Ca_3(PO_4)_2$ (413,3 g).

4. Scrieţi ecuaţia reacţiei de obţinere a sării neutre de sodiu a acidului ortofosforic. Ce cantităţi de substanţe au intrat în reacţie, dacă au rezultat 0,5 moli sare?

R. 0,5 moli H_3PO_4; 1,5 moli NaOH.

Scanned with OKEN Scanner

5. Sulfatul dublu de potasiu și aluminiu cristalizează cu 12 molecule de apă. Exprimați conținutul (% greutate) în oxizi al acestei sări duble.

R. ~ 10,8% Al_2O_3; ~ 10% K_2O; ~ 34% SO_3; ~ 45,6% H_2O.

6. Malachitul este un carbonat bazic de cupru. Exprimați compoziția (% greutate) în oxizi a acestei sări bazice.

R. ~ CuO 72%; ~ 20% CO_2; ~ 8,10% H_2O.

7. Scrieți ecuațiile reacțiilor dintre acidul fosforic și hidroxidul de sodiu, în urma cărora rezultă cele trei săruri de sodiu ale acidului fosforic. Dacă în fiecare caz intră în reacție 1 mol hidroxid, să se arate cîți moli de acid reacționează și cîtă apă rezultă.

II.7. Soluții

1. Care este concentrația soluției obținute prin dizolvarea $^1/_8$ mol NaOH în 45 g apă ? Cu cîți moli de H_2SO_4 va reacționa soluția de hidroxid?

R. 10%; $\frac{1}{16}$ moli H_2SO_4.

2. Alcoolul etilic pur conține 4% apă. Ce cantitate de apă conține 1 l alcool ($\rho \cong 0{,}8$ g/ml).

R. 32 g apă.

3. Se adaugă 20 g apă la 80 g soluție 15% de H_2SO_4. Care este concentrația soluției obținute și cu cîți moli de $Ca(OH)_2$ va reacționa?

R. 12%; 0,122 moli $Ca(OH)_2$.

4. Care trebuie să fie concentrația soluției de zahăr ($C_{12}H_{22}O_{11}$) pentru ca la fiecare mol de zahăr să revină 20 moli de apă?

R. 48,7%.

5. Cîți moli de HCl conțin 2 kg soluție de concentrație 7,3% ? Ce cantitate de NaOH se neutralizează cu această soluție?

R. 4 moli HCl; 160 g.

6. 100 g soluție de H_2SO_4 reacționează cu 13 g de zinc. Ce concentrație are soluția dată și ce volum de hidrogen se degajă?

R. 19,5%; 4,4 l.

7. Pentru neutralizarea a 200 g soluție de HCl se consumă 16 g NaOH. Se cere concentrația soluției de HCl și cantitatea de sare rezultată din reacție.

R. 7,3%; 23,4 g NaCl.

8. Cîte grame de NaOH sînt necesare pentru neutralizarea a 49 g soluție de H_2SO_4 10% ? Cîți moli de sare rezultă din reacție?

R. 4 g NaOH; 0,05 moli.

Scanned with OKEN Scanner

9. Solubilitatea hidroxidului de potasiu în apă este: 97 g la 0 °C și 140 g la 50 °C. Să se arate pentru ambele temperaturi numărul de moli de KOH care corespunde la 1 mol de apă.

R. 0,3 moli; 0,45 moli.

10. Să se exprime solubilitatea în moli/100 g solvent din substanțele de mai jos (în paranteze se dă solubilitatea în g/100 g apă, la temperatura camerei):

BaJ_2 (203); $CaSO_4$ (0,21);

NaCl (36); CaO (0,17).

R. 0,52 moli; 0,0015 moli; 0,62 moli; 0,002 moli.

11. Piatra vînătă pură trebuie să conțină 24,9%—25,20% Cu. În ce procent se găsește cristalohidratul $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ în piatră vînătă care conține 25% Cu?

R. 97,66%.

12. Din 4,88 g $MgSO_4$ anhidru s-au obținut 10 g cristalohidrat. Cîte molecule de apă conține cristalohidratul?

R. 7 molecule; $MgSO_4 \cdot 7\,H_2O$.

13. Cristalohidratul de $BaCl_2$ conține 14,8% apă de cristalizare. Stabiliți formula cristalohidratului.

R. $BaCl_2 \cdot 2H_2O$.

14. La 400 g soluție NaOH 25% se adaugă: *a*) 100 g NaOH; *b*) 100 g apă. Care va fi concentrația soluției obținute?

R. 40% (*a*) și 20% (*b*).

15. La 1 kg soluție 25% de clorură de sodiu se adaugă: *a*) 250g apă; *b*) 250 g sare. Care va fi concentrația soluției obținute?

R. 20% (*a*); 40% (*b*).

16. Cîte grame de sulfat de sodiu trebuie să dizolvăm în 500 g apă pentru a obține o soluție 20%? Cîtă apă trebuie să adăugăm acestei ultime soluții, pentru a ajunge la o concentrație de 10%?

R. 125 g sare; 625 g apă.

17. Se amestecă 250 g soluție 20% NaCl cu 250 g soluție 40% NaCl. Ce concentrație va avea soluția obținută?

R. 30%.

18. Se amestecă 500 g soluție H_2SO_4 ce conține 1 mol de acid cu 500 g soluție H_2SO_4 20%. Ce concentrație are soluția obținută?

R. 19,8%.

Scanned with OKEN Scanner

II.8. Halogenii

1. Ce volum de oxigen intră în reacţie cu acidul clorhidric pentru a se obţine 5,6 l clor ? În ce cantitate de aer este cuprins oxigenul necesar (aerul conţine ~20% O_2)?

R. 2,8 l O_2; 14 l aer.

2. Ce cantitate de clor se obţine prin acţiunea oxidantă a bioxidului de mangan asupra a 250 g soluţie 15% de acid clorhidric? Cîţi moli de apă rezultă din reacţie?

R. 18,4 g Cl_2; 9,2 g apă.

3. Cîţi moli de clorat de potasiu sînt necesari pentru ca prin reacţia cu acidul clorhidric să rezulte 6,72 l clor? Care este greutatea apei obţinute?

R. $\frac{1}{10}$ mol $KClO_3$; 5,4 g apă.

4. Cu ce volum de clor reacţionează 11,2 g fier, pentru a se obţine clorură ferică ? Cîte grame de soluţie 20% se pot prepara cu clorura ferică rezultată din reacţie?

R. 6,72 l Cl_2; 162,5 g $FeCl_3$ 20%.

5. Ce volume hidrogen sulfurat şi clor trebuie să reacţioneze pentru a obţine HCl necesar preparării a 200 g soluţie 20%?

R. ($H_2S+Cl_2=2HCl+S$); volume egale de H_2S şi Cl_2=12,3 l.

6. Ce volum de clor şi ce greutate are hidrogenul necesar pentru ca, prin reacţia lor, să obţinem 1 000 g soluţie de acid clorhidric care să conţină 1 mol acid la 500 g soluţie?

R. 22,4 l Cl_2; 2 g H_2.

7. Cîtă sare de bucătărie de 95% puritate trebuie să intre în reacţie cu acidul sulfuric pentru a se obţine 1,12 l acid clorhidric ? Cîţi moli de acid sînt necesari?

R. 3,07 g NaCl 95%; 0,25 moli H_2SO_4.

8. O probă de ţipirig tehnic a dat la analiză 26% amoniac. Care este conţinutul (% greutate) în NH_4Cl al ţipirigului?

R. 82%.

9. Vrem să obţinem 1 l soluţie 10% $ZnCl_2$($\rho \approx 1$ g/ml). Cît zinc şi ce volum de HCl iau parte la reacţie?

R. 48 g Zn; 52 g HCl; 32,84 l HCl.

10. Cît oxid de calciu se consumă în reacţie cu clorul, pentru a se obţine 0,5 moli clorură de var? Ce volum de clor este necesar?

R. 28 g CaO; 0,5 moli Cl_2=35,5 g Cl_2; 11,2 l.

Scanned with OKEN Scanner

11. Se încălzesc 18,1 g hipoclorit de potasiu. Cîți moli de clorat de potasiu se obțin ? Ce alt produs și în ce cantitate se obține?

R. 0,066 moli $KClO_3$=24,5 g $KClO_3$; 9,9 g KCl.

12. Ce cantitate de fluorină (ce conține 95% fluorină de calciu) este necesară pentru a reacționa total cu 150 g soluție 40% acid sulfuric? Cît acid fluorhidric rezultă?

R. 49,5 g CaF_2 95%; 24,5 g HF.

13. Silicatul de calciu reacționează cu 200 g acid fluorhidric 20%. Ce produse se obțin și în ce cantități?

R. 1 mol CaF_2 și 1 mol H_2SiO_3; cîte 78 g.

14. Ce volum de hidrogen rezultă prin acțiunea a 0,2 moli acid fluorhidric asupra calciului metalic ? Cîtă fluorură de calciu se obține ?

R. 2,24 l H_2; 7,8 g CaF_2.

15. Se introduce un curent de clor gazos prin 5 kg soluție 5% bromură de magneziu. Ce produse și în ce cantități se obțin?

R. 129 g $MgCl_2$; 215 g Br_2.

16. 0,25 moli de brom reacționează cu 500 g soluție 8% acid iodhidric. Reacția este totală? Ce produse și în ce cantități se obțin?

R. Nu; exces 16 g Br_2; 25,3 g HBr; 39,7 g J_2.

17. Ce volum de clor gazos, în condiții normale, se poate obține dintr-un balon (de 20 l) cu clor lichid, știind că densitatea clorului lichid este de 1,5 kg/l ?

R. 9,5 m^3 Cl_2 gazos.

18. Prin electroliza soluției de clorură de sodiu s-au obținut 7,1 kg clor. Ce alt gaz mai rezultă la electroliză și ce volum va ocupa?

R. 0,2 kg H_2; 2,240 m^3 H_2.

19. La electroliza unei soluții apoase de clorură de sodiu se obțin 12 kg sodă caustică. Ce alte produse și în ce cantități se mai obțin?

R. 3,36 m^3 H_2; 0,300 kg H_2; 3,36 m^3 Cl_2; 10,6 kg Cl_2.

20. Gazul rezultat prin reacția dintre H_2SO_4 și 1,17 g clorură de sodiu este dizolvat în apă. Cîte grame de soluție 4% sodă caustică neutralizează acidul obținut?

R. 20 g.

21. Cîți moli de iod rezultă prin trecerea a 6 l clor gazos printr-o soluție ce conține 8,3 g iodură de potasiu ?

R. 6,35 g iod.

22. Cîți litri de clor gazos sînt necesari pentru a deplasa iodul din 200 ml soluție ce conține 0,25 moli la litru KI?

R. 0,50 l clor.

Scanned with OKEN Scanner

II.9. Sulf

1. Cîţi litri de aer se consumă pentru a trece sulful în 0,25 moli bioxid de sulf? Cu ce cantitate de apă intră în reacţie oxidul obţinut? Cîţi moli de acid sulfuros rezultă?

R. 28 l aer; 4,5 g apă; 0,25 moli H_2SO_3; 20,5 g H_2SO_3.

2. Cîţi moli de sulf rezultă prin oxidarea a 1,12 l hidrogen sulfurat? Cîţi litri de aer se consumă şi cîţi moli de apă rezultă?

R. $^1/_{20}$ mol S; $^1/_{20}$ mol H_2O; 0,56 l O_2; 2,8 l aer.

3. Hidrogenul sulfurat reacţionează cu bioxidul de sulf şi rezultă sulf elementar. Care este volumul amestecului gazos intrat în reacţie, dacă au rezultat 6,4 g sulf? Cîtă apă rezultă?

R. 4,48 l amestec gazos 2,4 g H_2O.

4. Hidrogenul sulfurat reduce sulfatul de cupru la sulfură. Determinaţi cantitatea de hidroxid de sodiu necesară neutralizării acidului obţinut din reacţie, dacă în reacţie au intrat 5,6 l hidrogen sulfurat.

R. 20 g NaOH.

5. Ce volum va ocupa gazul rezultat prin acţiunea a 4,8 g carbon asupra sulfatului de sodiu? Cîţi litri de metan trebuie descompuşi pentru a se obţine carbonul necesar?

R. 8,96 l CO_2; 8,96 l CH_4.

6. Ce cantitate de pirită (ce conţine 80% FeS_2) trebuie să intre în reacţie cu oxigenul, pentru a se obţine 6,72 l bioxid de sulf? Cît aer se consumă?

R. 22,5 g FeS_2 80%; 46,2 l aer.

7. Se trec 11,2 l SO_2 prin 200 g soluţie 40% de hidroxid de sodiu. Ce produse şi în ce cantităţi se obţin?

R. 63 g Na_2SO_3; 9 g H_2O.

8. Cîţi litri de bioxid de sulf reacţionează cu hidroxidul de sodiu din 600 g soluţie 2%? Ce produse şi în ce cantităţi se obţin?

R. 3,36 l; 18,9 g Na_2SO_3; 2,7 g H_2O.

9. Vrem să obţinem 67,2 l amoniac. Cît acid sulfuric va trebuie să intre în reacţie cu zincul pentru a se obţine hidrogenul necesar?

R. 441 g H_2SO_4.

10. Se dau reacţiile:

$$Cl_2 + H_2S \longrightarrow S + HCl$$
$$HNO_3 + H_2S \longrightarrow S + NO_2 + H_2O$$

Stabiliţi coeficienţii ecuaţiilor şi arătaţi ce însuşiri ale hidrogenului sulfurat se exemplifică.

R. Hidrogenul sulfurat e reducător.

Scanned with OKEN Scanner

11. Într-o fabrică se ard zilnic 300 kg cărbune ce conţine 2% sulf. Cît bioxid de sulf se poate obţine în 30 de zile ? Cît acid sulfuric se poate fabrica din bioxidul de sulf obţinut?

R. 126 m³ SO_2; 5,62 kmoli H_2SO_4=551 kg H_2SO_4.

12. Se dizolvă în apă bioxid de sulf. Se adaugă acestei soluţii apă de brom pînă la dizolvare. Se adaugă apoi clorură de bariu în exces şi precipitatul format cîntăreşte 1,165 g. De la ce cantitate de SO_2 s-a pornit ?

R. 0,320 g SO_2 sau 0,112 l SO_2.

13. Se dă reacţia:

$$H_2SO_4+Cu \longrightarrow H_2O+SO_2+CuSO_4$$

Stabiliţi coeficienţii ecuaţiei. Arătaţi ce cantitate de soluţie 10% H_2SO_4 se consumă, pentru a se obţine 11,2 l SO_2?

R. 980 g H_2SO_4 10%.

14. Se dă ecuaţia:

$$H_2SO_4+S \longrightarrow H_2O+SO_2$$

Stabiliţi coeficienţii ecuaţiei. Arătaţi cîţi moli de sulf şi ce cantitate de soluţie 20% H_2SO_4 se consumă pentru a se putea obţine 22,4 l SO_2 ?

R. 1/3 mol S; 326,6 g sol. H_2SO_4.

15. Acidul sulfuric se poate prepara din gazele sulfuroase rezultate la metalurgia zincului. Să se calculeze cîţi litri de acid sulfuric (ρ=1,7 g/ml) cu concentraţia de 77% se poate obţine din gazele sulfuroase rezultate dintr-o tonă de blendă cu 80% sulfură de zinc.

R. 615 l H_2SO_4.

II.10. Azot. Aer. Fosfor

1. Cunoscînd compoziţia în % volume a aerului: O_2—21% şi N_2—79%, determinaţi compoziţia aerului în % greutate.

R. $O_2 \simeq 23{,}2\%$ şi $N_2 \simeq 76{,}3\%$.

2. Determinaţi greutatea unui litru de aer, cunoscînd compoziţia aerului în % volume:

$$O_2 \simeq 20\%;\ N_2 \simeq 79\%;\ H_2 \simeq 1\%$$

R. 1,29 g/l.

3. Compoziţia azoturii de magneziu este:

$$Mg : N = 18 : 7 \text{ (în greutate)}.$$

Stabiliţi formula combinaţiei şi determinaţi volumul de azot necesar pentru a se obţine 0,5 moli azoturã?

R. Mg_3N_2; 11,2 l N_2; ($N_2+3Mg=Mg_3N_2$).

4. Se amestecă 20 moli azot şi 20 moli hidrogen. După un timp se formează 4 moli amoniac. Care este compoziţia finală a amestecului gazos (în moli şi %)?

R. NH_3 (4M; 11,3%) ; N_2 (18M; 84%) ; H_2 (14M; 4,6%)

5. Aflaţi volumul amestecului gazos (şi compoziţia lui) obţinut prin arderea a 0,5 moli de amoniac. Ce volum de aer este necesar?

R. $4\,NH_3+3O_2=2N_2+6H_2O$
22,4 l; 34% N_2; 66% H_2O; 42 l aer.

6. Determinaţi greutatea a 1 l azot, în condiţii normale, şi densitatea azotului faţă de aer. De cîte ori aerul este mai greu decît azotul?

R. 1,25 g; 0,916; 1,03 ori.

7. Ce volum de azot se obţine prin descompunerea termică a 12,8 g azotit de amoniu? Determinaţi greutatea apei obţinute.

R. ($NH_4NO_2=N_2+2\,H_2O$); 4,48 l N_2; 7,2 g H_2O.

8. Determinaţi compoziţia amestecului gazos de amoniac şi clor intrat în reacţie, dacă au rezultat 44,8 l azot. Ce alt produs mai rezultă din reacţie şi în ce cantitate?

R. ($2NH_3+3Cl_2=6HCl+N_2$)

86,3% Cl_2; 13,7% NH_3; 12 moli HCl=438 g HCl.

9. Ce volum de amoniac trebuie folosit pentru a se obţine 600 g soluţie ce conţine 1 mol de hidroxid de amoniu la 1 l soluţie ($\rho \approx 1$ g/ml).

R. 13,4 l NH_3.

10. Cît carbid (ce conţine 85% carbură de calciu) şi ce volum de azot se consumă pentru a se putea obţine 8 kg cianamidă de calciu? Ce alt produs mai rezultă şi în ce cantitate?

R. ($CaC_2+N_2=CaCN_2+C$); 7,53 kg carbid; 2,24 m^3 N_2; 1,2 kg C.

11. Ce volum de amoniac se obţine prin acţiunea a 5,4 kg apă asupra cianamidei de calciu? Exprimaţi compoziţia celuilalt produs rezultat din reacţie.

R. ($CaCN_2+3H_2O=CaCO_3+2\,NH_3$); 4,48 m^3 NH_3

$CaCO_3$ { 40% Ca; 12% C; 48% O_2

Scanned with OKEN Scanner

12. Cît carbonat de sodiu rezultă prin acţiunea a 4,48 m^3 bioxid de carbon asupra soluţiei de sodă caustică? Ce cantitate de soluţie 25% se poate obţine cu carbonatul de sodiu rezultat din reacţie?

R. ($CO_2+2NaOH=Na_2CO_3+H_2O$)
21,2 kg Na_2CO_3; 84,8 kg soluţie.

13. Ce volum de amoniac se obţine prin acţiunea a 14,8 kg hidroxid de calciu asupra clorurii de amoniu? Ce alte produse se obţin şi în ce cantităţi (în moli)?

R. $2NH_4Cl+Ca(OH)_2=2NH_3+2H_2O+CaCl_2$
8,96 m^3 NH_3; 0,4 kmoli H_2O; 0,2 kmoli $kCaCl_2$.

14. O combinaţie anorganică conţine grupările radical NH_4 şi CO_3 în raportul: $NH_4 : CO_3=9 : 15$. Stabiliţi formula combinaţiei şi arătaţi ce produse şi în ce cantităţi (în moli) se obţin prin descompunerea termică a 0,25 kilomoli de combinaţie?

R. $(NH_4)_2CO_3$; 0,5 kmoli NH_3
0,25 kmoli H_2O
0,25 kmoli CO_2.

15. Ce cantităţi de tetraoxid de azot şi de apă intră în reacţie dacă cei doi acizi care rezultă sînt neutralizaţi de 80 g NaOH?

R. $N_2O_4+H_2O=HNO_2+HNO_3$; 1 mol $N_2O_4=92$ g
1 mol $H_2O=18$ g.

16. Ce produse şi ce cantităţi se obţin prin descompunerea la cald a 25,2 g acid azotic? Cu ce volum de hidrogen se uneşte elementul rezultat din reacţie?

R. $4HNO_3=2H_2O+4NO_2+O_2$; 3,6 g H_2O;
18,4 g NO_2; 2,24 l O_2; 4,48 l H_2.

17. Ce cantitate de cupru metalic poate reacţiona cu 200 g soluţie 6,3% acid azotic? Ce produse şi în ce cantităţi rezultă (în moli)?

R. $2HNO_3+3Cu=2NO+H_2O+3CuO$;
19,05 g Cu; 0,2 moli NO; 0,1 moli H_2O
0,3 moli CuO.

18. Ce cantitate de acid azotic 20% este necesară pentru neutralizarea a 200 g soluţie 4% de hidroxid de amoniu? Cîţi moli de sare se obţin?

R. $HNO_3+NH_4OH=H_2O+NH_4NO_3$;
72 g soluţie; 0,23 moli sare=18,4 g NH_4NO_3.

19. Ce cantitate de uree se obţine prin acţiunea a 5,4 g apă asupra cianamidei de calciu? Exprimaţi compoziţia ureei.

R. $CaCN_2+3H_2O=(NH_2)_2CO+Ca(OH)_2$
6 g; compoziţia ureei: N : H : C : O=7 : 1 : 3 : 4 şi C=20%;
O_2=26,6%; N_2=46,6%; H_2=6,6%.

Scanned with OKEN Scanner

20. Ce cantitate de soluţie 9,8% acid fosforic putem obţine dacă pornim de la 0,1 mol pentoxid de fosfor ?

R. $P_2O_5+3H_2O=2H_3PO_4$; 200 g soluţie.

21. Ce cantitate de acid sulfuric 25% va intra în reacţie cu 0,1 kilomoli fosfat tricalcic şi cît acid fosforic se obţine?

R. $Ca_3(PO_4)_2+3H_2SO_4=2H_3PO_4+3CaSO_4$
117,6 kg; 0,2 kmol H_3PO_4 = 19,6 kg H_3PO_4.

22. Ce cantitate de soluţie 50% H_2SO_4 reacţionează cu 2 kilomoli fosfat tricalcic pentru a se obţine superfosfat de calciu? Cît superfosfat? se obţine?

R. $Ca_3(PO_4)_2+2H_2SO_4=Ca(H_2PO_4)_2+2CaSO_4$
784 kg soluţie H_2SO_4 50%; 2 kmol superfosfat.

23. Cîte kilograme de H_2SO_4 de 78% sînt necesare pentru a se obţine sulfatul de amoniu din 102 kg amoniac?

R. 377 kg H_2SO_4 78%.

24. Volumul amestecului de gaze care iese din aparatul de contact de la o fabrică de amoniac sintetic conţine 12% NH_3. Cît azot (în %) se găseşte în amestec?

R. 22% N_2.

25. Se dă reacţia : $NH_3+O_2\longrightarrow HNO_3+H_2O$. Stabiliţi coeficienţii reacţei şi arătaţi concentraţia soluţiei de oxid azotic în apa rezultată, dacă se porneşte de la 0,5 moli amoniac.

R. $NH_3+2O_2=HNO_3+H_2O$; 77,8%.

26. Se dă reacţia: $H_2S+HNO_3\longrightarrow NO+S+H_2O$. Stabiliţi coeficienţii ecuaţiei şi arătaţi compoziţia (% greutate) acizilor intraţi în reacţie, dacă rezultă 6,72 l NO.

R. $3H_2S+2HNO_3=2NO+4H_2O+3S$; 45% H_2S; 55% HNO_3.

27. Ce cantitate de fosfat precipitat (îngrăşămînt) se poate obţine din 1 tonă făină de oase care cuprinde 60% fosfat de calciu?

R. 336,77 kg $CaHPO_4\cdot 2\,H_2O$.

28. Apa regală se obţine din acid clorhidric şi acid azotic. Să se calculeze raportul în greutate în care trebuie amestecaţi un acid clorhidric cu concentraţia de 36,5% cu un acid azotic cu concentraţia de 64%, pentru ca compoziţia apei regale să corespundă la 3 moli HCl pentru 1 mol HNO_3. Cît clor în stare născîndă se poate obţine din 1 000 g de apă regală?

R. $\frac{3}{1}$; 411,5 g.

II.11. Carbon. Siliciu

1. Determinaţi greutatea 1 l bioxid de carbon şi densitatea lui faţă de aer. De cîte ori aerul este mai uşor decît bioxidul de carbon?

R. 1,96 g/l; 1,51; 1,51 ori.

Scanned with OKEN Scanner

2. Cît carbon trebuie să ardă pentru ca oxidul de carbon rezultat să reducă la metal 0,1 moli oxid feric?

R. 3,6 g C.

3. Se pun în condiţia de a reacţiona 2,24 l oxid de carbon cu 0,5 moli oxigen. Se cere compoziţia finală a amestecului gazos.

R. 23,5% CO_2; 76,5% O_2.

4. Care este volumul „gazului de apă" obţinut prin acţiunea apei asupra a 2 kg cărbune ce conţine 90% carbon?

R. 6,72 m^3 „gaz de apă".

5. Reacţionează 200 g soluţie 10% HCl cu 1 kg piatră-de-var ce conţine 90% carbonat de calciu. Ce produse şi în ce cantităţi se obţin?

R. 30,4 g $CaCl_2$; 12 g CO_2; 5g H_2O.

6. Cît calcar (cu 80% carbonat de calciu) trebuie descompus termic, pentru a se obţine bioxidul de carbon cu care putem prepara 250 g soluţie 5% acid carbonic?

R. 25 g calcar.

7. Dintr-un amestec de 60 g carbonat acid de sodiu şi de potasiu s-au scos prin calcinare 6,91 l bioxid de carbon. Care a fost compoziţia amestecului?

R. 33,3% $NaHCO_2$; 66,67% K HCO_3.

8. Se dau 5 l apă ce conţine 0,2 moli bicarbonat de calciu la litru. Ce cantitate de var trebuie să „stingem" pentru ca hidroxidul rezultat să precipite complet bicarbonatul?

R. 1 mol CaO=56 g CaO.

9. Ce volum de aer (cu $\simeq$20% O_2) se consumă la arderea a 1 m^3 gaz de apă de compoziţia: H=50%, CO=45%; N_2=3% CO_2=2%.

R.=2,45 m^3 aer.

10. Prin descompunerea termică a 0,5 kg calcar s-au obţinut 200 g bioxid de carbon. Ce puritate are calcarul? Ce volum ocupă bioxidul de carbon rezultat?

R. $CaCO_3$ 90%; 101 l CO_2.

11. Aerul care conţine 0,06% CO (în volume) este otrăvitor. Exprimaţi concentraţia de substanţă toxică în aer în: mg/l şi moli/l?

R. 0,75 mg/l; 0,000027 moli/l.

12. 8 g dolomit, prin reacţia cu un acid, au degajat 3,8 g CO_2. Se cere conţinutul în carbon al probei de dolomit.

R. 13% C.

Scanned with OKEN Scanner

13. Praful de puşcă arde conform ecuaţiei:
$2KNO_3+3C+S=K_2S+3CO_2+N_2$. Ce volum de gaze se degajă prin arderea a 100 g praf de puşcă?
R. 33 l gaze.

14. Ce concentraţie are soluţia de HCl, dacă 50 g soluţie s-au neutralizat cu 5,3 g sodă calcinată?
R. 7,3%.

15. Carbura de siliciu are compoziţia C : Si=3 : 7. Determinaţi formula şi arătaţi cîtă carbură de siliciu putem obţine prin reducerea 0,1 moli silice cu cărbune?
R. C Si; 4 g.

16. Scrieţi sub formă de oxizi formulele mineralelor:

serpentin $Mg_3H_4Si_2O_9$
azbest $Mg_3CaSi_4O_{12}$

şi determinaţi conţinutul lor în siliciu.
R. $3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$
$CaO \cdot 3MgO \cdot 4SiO_2$
20%; 26%

17. Sticla obişnuită conţine: 13% oxid de sodiu, 11,7% oxid de calciu şi 75,3% bioxid de siliciu. Scrieţi „formula“ sticlei obişnuite şi determinaţi conţinutul în siliciu.
R. $Na_2O \cdot CaO \cdot 6\,SiO_2$; 35%.

18. Ce cantitate de soluţie 10% HF este necesară pentru a reacţiona cu 100 g mineral ce conţine 95% silice? Ce produse rezultă şi în ce cantităţi (moli)?
R. 1 266 g sol HF; $SiF_4 \simeq 1,5$ moli; $H_2O \simeq 3$ moli.

II.12. Metale alcaline

1. La electroliza unei soluţii de NaCl se degajă la anod 1,42 kg clor. Scrieţi schema electrolizei şi determinaţi cantităţile de produse rezultate.
R. 40 g H_2; 1,6 kg NaOH.

2. La electroliza unei topituri de NaCl se obţin 0,25 kmoli de clor. Scrieţi schema electrolizei şi determinaţi cantităţile de produse rezultate.
R. 18 kg Cl_2; 11,5 kg Na.

3. Cu ce volum de CO_2 va reacţiona 7,8 g peroxid de sodiu? Ce produse şi în ce cantităţi se obţin (moli)?
R. 2,24 l CO_2; 0,1 mol=10,6 g Na_2CO_3; 0,05 mol O_2=1,6 g O_2.

Scanned with OKEN Scanner

4. Cu ce volum de CO_2 va reacționa NaOH din 100 g soluție 20%? Ce produse și în ce cantități se obțin?

R. 5,6 l CO_2; 26,5 g Na_2CO_3; 4,5 g H_2O.

5. 1 g amalgam de sodiu reacționează cu apa și produce o soluție alcalină ce se neutralizează cu 10 g soluție 4,9% H_2SO_4. Cît sodiu conține amalgamul?

R. 0,23 g Na adică 23%.

6. Ce cantități de materii prime intră în reacție pentru a obține 1 t sodă (procedeu Solvay)? Cît CO_2 și cît NH_3 se poate recupera?

R. 1,13 t NaCl; 1,88 t $CaCO_3$; se recuperează:

$\frac{1}{2}$ din CO_2=415 kg CO_2 și tot NH_3=320 kg.

7. Ce volum de amoniac se poate obține cu hidrogenul rezultat prin reacția cu apă a 8,5 g aliaj care conține 4,6 g Na și 3,9 g K?

R. 2,24 l NH_3.

8. Ce volum de gaze rezultă prin explozia unui amestec de 46,4 g de KNO_3 și C?

R. $4KNO_3+5C=2K_2CO_3+3CO_2+2N_2$;

11,2 l gaze.

9. Ce volum de gaze rezultă prin reacția unui amestec de 1,65 g KNO_3 și S?

R. $2KNO_3+2S=K_2SO_4+SO_2+N_2$; 0,28 l gaze.

10. Ce produse și în ce cantități se obțin la electroliza NaOH topit, sub un curent de 0,2 A timp de 5 ore?

R. 0,86 g Na; 0,3 g O_2.

II.13. Cupru. Argint. Aur

1. Una din varietățile de alamă, care este un aliaj chimic al Cu cu Zn, conține 60% Cu și 40% Zn. Stabiliți formula aliajului.

R. CU_3ZN_2.

2. La electroliza unei soluții de sulfat de cupru se depun la catod 640 g cupru. Scrieți schema electrolizei și determinați cantitățile de produse ce rezultă.

R. 160 g O_2.

3. La electroliza unei soluții de sulfat de argint, la unul din electrozi se degajă 560 ml de gaz. Scrieți schema electrolizei și determinați cantitățile de produse ce rezultă.

R. 10,8 g Ag.

Scanned with OKEN Scanner

4. Se dă ecuaţia:

$$CuFeS_2+SiO_2+O_2 \longrightarrow FeSiO_3+CuS+SO_2$$

Stabiliţi coeficienţii stoechiometrici şi determinaţi volumul de aer necesar (aer≃20% oxigen) pentru obţinerea a 6,72 m³ bioxid de sulf. Cîtă calcopirită se consumă?

R. 50,4 m³ aer; 55 kg calcopirită.

5. Se dau ecuaţiile: $CuS+O_2 \longrightarrow CuO+SO_2$ şi $CuO + C \longrightarrow Cu+CO_2$. Stabiliţi coeficienţii stoechiometrici şi determinaţi volumul de aer (≃20% oxigen) şi cantitatea de carbon necesară pentru a se obţine 12,8 g cupru metalic.

R. 33,6 l aer; 1,2 g C.

6. Ce cantitate de malachit de 85% puritate este necesară pentru a se obţine 1,5 kmoli de cupru, ştiind că se pierde 5% metal? Ce volum de CO_2 putem obţine din malachitul luat în lucru?

R. $CuCO_2 \cdot Cu(OH)_2$; 205 kg malachit 85%; 17,7 m³ CO_2.

7. Un mineral conţine 8% calcopirită ($CuFeS_2$) şi 20% calcozină (Cu_2S). Cît sulf şi cît cupru conţine 1 kg mineral?

R. 437 g Cu; 318 g S.

8. 8 g cupru metalic se tratează separat cu 200 g soluţie 40% acid sulfuric şi 400 g soluţie 30% acid azotic. În care caz se obţine mai mult oxid de cupru?

R. $Cu+H_2SO_4=CuO+H_2O+SO_2$; $Cu+2\ HNO_3=CuO+H_2O+2\ NO_2$.

R. În cazul al doilea. (În primul caz se obţin 65 g CuO în cazul al 2-lea 75 g CuO.)

9. Un aliaj de Ag-Au-Cu a fost tratat corespunzător şi la analiză s-a obţinut:

$$2{,}9\text{ g } Ag_2SO_4;\ 3{,}1\text{ g } AuCl_3 \text{ şi } 10\text{ g } CuSO_4$$

Se cere compoziţia aliajului.

R. 25% Ag; 25% Au şi 50% Cu.

II.14. Magneziu. Calciu

1. Se supune electrolizei 500 g soluţie ce conţine 1 mol $MgCl_2$ la litru, sub un curent de 0,5 A timp de 1 oră. Ce produse şi în ce cantităţi rezultă?

R. 0,227 g Mg; 0,66 g Cl_2; 0,018 g H_2.

2. Care este puritatea dolomitei care la 36,8 g pune în libertate 8,5 litri bioxid de carbon?

R. 95%.

Scanned with OKEN Scanner

3. Se dizolvă 555 g carnalit ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6\ H_2O$) în 1 445 g apă. Care este conținutul (în %) de KCl și $MgCl_2$ în această soluție?

R. 7,45% KCl; 9,5% $MgCl_2$.

4. Cîte grame de soluție HCl 10% se consumă pentru dizolvarea a 3,68 g dolomită?

R. 29,2 g soluție HCl 10%.

5. Ce cantitate de electricitate (coulombi) trebuie să treacă prin carnalita topită ($KCl \cdot MgCl_2$) pentru a se obține 1 kg magneziu metalic?

R. 82,2 coulombi.

6. Prin disocierea termică a 300 g $CaCO_3$ rezultă, în condiții normale, 53,76 l CO_2. Ce procent de impurități conține $CaCO_3$?

R. 20% impurități.

II.15. Zinc. Mercur

1. Schema de mai jos arată cele mai importante substanțe obținute la prelucrarea blendei. Scrieți ecuațiile reacțiilor prin care se obțin diferitele substanțe:

$$\begin{array}{ccccc} & & ZnS & & \\ & \swarrow & & \searrow & \\ H_2SO_4 \leftarrow SO_2 & & & & ZnO \rightarrow ZnCl_2 \\ & & & \searrow & \\ & & ZnSO_4 \leftarrow & Zn \rightarrow & ZnO \end{array}$$

2. Ce cantitate de zinc și de acid sulfuric se poate obține din 1 t blendă ce conține 30% ZnS?

R. 201 kg Zn; 302 kg H_2SO_4.

3. Cu ce cantitate de soluție 25% H_2SO_4 trebuie să reacționeze 0,2 moli de zinc metalic, pentru a se obține 5,6 l hidrogen?

R. 78,4 g soluție H_2SO_4 25%.

4. Ce cantitate de zinc metalic se poate obține din 10 kg smithsonit ce conține 90% carbonat de zinc, randamentul procesului fiind 90%? Cîți kiloatomi de carbon sînt necesari și ce volum de CO se degajă?

R. $ZnCO_3 = ZnO + CO_2$; $ZnO + C = CO + Zn$;
424 kg Zn; 0,072 kat C; 1,6 m^3 CO.

5. Din 0,4162 g alamă alcătuită numai din cupru, Staniu și zinc s-au obținut la analiză 0,3364 g CuCNS și 0,0211 g SnO_2. Să se calculeze compoziția procentuală a alamei

R. 42,23% Cu; 4% Sn; 53,77% Zn.

Scanned with OKEN Scanner

6. Ce cantitate de mercur metalic rezultă din 0,5 t ce conțin 25% sulfură de mercur, randamentul procesului fiind de 90%? Cît aer se consumă?
R. $HgS+O_2=Hg+SO_2$; 97,2 kg; 60,2 m^3 aer.

II.16. Aluminiu

1. Pentru a se obține criolit s-a tratat 1 mol hidroxid de aluminiu și 3 moli sodă caustică cu acid fluorhidric. Cîte grame criolit s-au obținut?
R. 210 g $ALF_3 \cdot 3NaF$.

2. Ce cantități de carbon și de aluminiu trebuie să reacționeze pentru a se obține 0,1 moli carbură de aluminiu? Ce volum de metan se poate obține prin reacția carburii cu apă?
R. 10,8 g Al; 3,6 g C; 6,72 l CH_4.

3. Ce cantitate de aluminiu este necesară pentru a se reduce 0,2 moli pentoxid de vanadiu la metal? Cît vanadiu se obține?
R. 0,66 atomi Al=18 g; 0,4 atomi V=20,4 g.

4. Cu ce cantitate de soluție 20% H_2SO_4 vor reacționa 5,4 g aluminiu? Ce produse și în ce cantități se obțin?
R. 147 g soluție H_2SO_4 20%; 34,2 g $Al_2(SO_4)_3$; 6,72 l H_2.

5. Cu ce cantitate de apă va reacționa (la cald) 10,8 g aluminiu? Ce volum de gaz rezultă? Cît oxid de aluminiu se poate obține prin calcinarea precipitatului rezultat din prima reacție?
R. 21,6 g H_2O; 13,5 l H_2; 20,4 g Al_2O_3.

6. Scrieți ecuația reacției dintre sulfatul de aluminiu și bicarbonatul de calciu și arătați ce volum de CO_2 rezultă dacă pornim de la 0,2 moli sulfat. Ce cantitate de hidroxid de aluminiu rezultă prin hidroliza carbonatului de aluminiu în prima reacție?
R. 13,44 l CO_2; 31,2 g $Al(OH)_3$.

II.17. Staniu. Plumb

1. Cîte procente de staniu se găsesc în aliajul Sn-Cu, pentru ca la fiecare atom de staniu să revină 5 atomi de cupru?
R. 27,1% Sn.

2. Aliajul de lipit conține aproximativ 20% Sn și 80% Pb. Stabiliți formula acestui aliaj.
R. $SnPb_2$.

Scanned with OKEN Scanner

3. Cît staniu metalic se poate obţine din 5 kg casiterit ce conţine 80% bioxid de staniu, dacă se lucrează cu un randament de 80%?

R. 2,5 kg Sn.

4. Cît plumb se poate obţine din 5 kg galenă ce conţine 90% PbS, dacă se lucrează cu randamentul de 90% ? Cît aer se consumă la oxidarea PbS la sulfat (η=90%)?

R. 3,51 kg plumb; 3,8 m^3 aer.

5. Reacţionează separat plumbul, cu 0,2 moli acid sulfuric şi cu 0,4 moli acid azotic. În care caz se degajă mai mult gaz?

R. $Pb+2H_2SO_4=PbSO_4+2H_2O+SO_2$;
$Pb+4\ HNO_3=Pb(NO_3)_2+2H_2O+2NO_2$ (în cazul al doilea).

6. Se supune calcinării 0,2 moli azotat de plumb. Ce produse şi în ce cantităţi rezultă? Exprimaţi compoziţia (în % volume) amestecului gazos obţinut?

R. $2Pb(NO_3)_2=2PbO+4NO_2+O_2$; 0,2 moli PbO; 0,4 moli NO_2; 0,1 moli O_2; 80% NO_2; 20% O_2.

II.18. Crom. Mangan

1. Determinaţi conţinutul în impurităţi al cromitului $FeCr_2O_4$, dacă dintr-o tonă de cromit rezultă 240 kg ferocrom (aliaj al Fe cu 65% Cr).

R. 66,4%.

2. Mangan curat se poate obţine aluminotermic din Mn_3O_4, care la rîndu-i se obţine prin încălzirea MnO_2. Scrieţi ecuaţiile reacţiilor şi determinaţi cantitatea de MnO_2 şi de aluminiu necesară pentru obţinerea a 1 kg mangan.

R. 1,58 kg MnO_2; 0,44 kg Al.

3. Cîţi kilomoli de crom metalic se obţin pe cale aluminotermică din 0,6 kmoli oxid de crom? Cît aluminiu se consumă? Exprimaţi compoziţia oxidului rezultat printr-un raport.

R. $Cr_2O_3+2Al=2Cr+Al_2O_3$;
62,4 kg (1,2 kmoli) Cr; 32,4 kg Al; Al : O=9 : 8.

4. Cîţi moli de Cr_2O_3 putem obţine prin acţiunea bicromatului de potasiu asupra a 80 g acid sulfuric? Cîtă apă rezultă din reacţie?

R. $K_2Cr_2O+H_2SO_4=K_2SO_4+2CrO_3+H_2O$; $2CrO_3=Cr_2O_3+3O$;
0,81 moli Cr_2O_3; 14,7 g H_2O.

Scanned with OKEN Scanner

5. Hidroxidul de potasiu rezultat prin reacţia apei cu $KMnO_4$ este neutralizat de 300 g soluţie 40% H_2SO_4. Cîţi moli de permanganat se combină şi ce volum de oxigen rezultă?

R. $2KMnO_4+H_2O=2KOH+2MnO_2+3O$; 2,45 moli $KMnO_4$; 41,2 l O_2.

6. Ce cantitate de carbon poate fi oxidată la CO_2, de către oxigenul rezultat prin acţiunea a 300 g soluţie 30% H_2SO_4 asupra permanganatului de potasiu?

R. $2KMnO_4+3H_2SO_4=K_2SO_4+2MnSO_4+3H_2O+3O$; 5,4 g C.

II.19. Fier. Cobalt. Nichel

1. Ce volum de aer este necesar pentru a se obţine oxidul de carbon necesar reducerii la metal a 2 kmoli oxid de fier? Ce volum de gaze se degajă?

R. $C+{}^1/_2\,O_2=CO$

$Fe_2O_3+3CO=2Fe+3CO_2$.

330 m^3 aer; 134 m^3 CO_2

2. Cît Fe (în % greutate) conţin: magnetita, hematita, limonita, siderita şi pirita?

R. $Fe_3O_4\simeq 72{,}1\%$; $Fe_2O_3\simeq 10{,}5\%$; $Fe_2O_3H_2O\simeq 10{,}38\%$; $FeCO_3\approx 48{,}3\%$; $FeS_2\approx 46{,}3\%$.

3. Cîte grame de calaican ($FeSO_4\cdot 7\,H_2O$) se pot obţine prin acţiunea a 400 g soluţie 25% H_2SO_4 asupra a 140 g fier?

R. 284 g.

4. Într-un minereu de fier se găsesc 80% Fe_2O_3 şi 20% SiO_2. Cît Fe şi cît Si% conţine minereul? Cît carbon se consumă la reducerea la metal a oxidului de fier din 1 kg minereu?

R. 55,84% Fe; 9,3% Si; 180 g C.

5. Un oxid al fierului conţine 27,6% O_2. Stabiliţi formula oxidului şi cantitatea de carbon necesară reducerii la metal a 0,2 moli oxid?

R. Fe_2O_3; 0,6 atomi-gram C.

6. Un mineral conţine 75% cobaltină (CoAsS) şi 25% nichelină (NiAs). Cît % Ni şi % Co conţine 1 kg mineral?

R. 267 g Co; 110 g Ni.

Scanned with OKEN Scanner

Partea a treia

PROBLEME GENERALE*

* O parte din proleme au fost propuse la concursul de admitere din Institutul politehnic — București și Facultatea de chimie — Universitatea — București.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 1

Prin dizolvarea carbonatului de calciu în soluţie de acid clorhidric, se obţine $CaCl_2 \cdot 6H_2O$.

Se cere:

1) să se scrie ecuaţia reacţiei;
2) cîţi litri de bioxid de carbon se obţin din 50 g carbonat de calciu?
3) cîte grame de acid clorhidric de 30% sînt necesare pentru a se obţine 200 g $CaCl_2 \cdot 6H_2O$?
4) compoziţia procentuală a $CaCl_2 \cdot 6H_2O$.

R. 1) $CaCO_3 + 2HCl + 5\,H_2O = Ca \cdot Cl_2 \cdot 6H_2O + CO_2$;
2) 11,2 l CO_2;
3) 222 g soluţie 30% HCl;
4) $Ca \cong 18{,}2\%$; $Cl_2 \cong 32{,}4\%$; $H_2O \cong 49{,}4\%$.

Problema nr. 2

Se fabrică 365 kg acid clorhidric prin sinteză directă de hidrogen şi clor. Hidrogenul necesar se obţine prin descompunerea termică a metanului, iar clorul prin electroliza clorurii de sodiu. Acidul clorhidric fabricat se dizolvă în apă şi se obţine o soluţie 36,5%, iar în soluţia obţinută se introduce acetilenă în vederea obţinerii clorurii de vinil.

Se cere:

1) scrierea ecuaţiilor reacţiilor;
2) cantitatea de clorură de sodiu necesară;
3) volumul de metan necesar;
4) greutatea soluţiei de 36,5% acid clohidric;
5) concentraţia procentuală a 4 000 kg soluţie de hidroxid de sodiu care neutralizează 365 kg acid clorhidric;
6) cantitatea de clorură de vinil obţinută.

R. 1) $H_2 + Cl_2 = 2HCl$

$CH_4 \longrightarrow C + 2H_2$

$NaCl \rightleftarrows Na^+ + Cl^-$ (topitură)

(K) $Na^+ \xrightarrow{+1e} Na$

(A) $Cl^- \xrightarrow{-1e} Cl \longrightarrow \frac{1}{2} Cl_2 \uparrow$

$H_2C_2 + HCl \longrightarrow H_2C = CHCl$;

2) 585 kg NaCl;
3) 56 m^3 CH_4;
4) 1 000 kg HCl 36,5%;
5) 10%;
6) 625 kg $H_2C{=}CHCl$.

Problema nr. 3

Prin disocierea termică a carbonatului de calciu rezultă oxid de calciu şi bioxid de carbon.

Se cere:

1) cantitatea de piatră-de-var (ce conţine 90% carbonat de calciu) care trebuie descompusă pentru a se obţine 112 kg oxid de calciu.

2) cantitatea de apă care reacţionează cu oxidul de calciu de la pct. 1) şi cantitatea de hidroxid de calciu rezultată.

3) volumul şi greutatea bioxidului de carbon rezultat din reacţia de la pct. 1);

4) compoziţia carbonatului de calciu, exprimată printr-un raport şi în procente greutate.

R. 1) 220 kg piatră-de-var de 90% puritate;
2) 36 kg apă; 148 kg hidroxid de calciu;
3) 44,8 m^3 sau 88 kg bioxid de carbon sau

Ca—40%
C —12%
O_2—48%.

Problema nr. 4

Prin tratarea carburii de calciu cu apă, se obţine o substanţă *A*. Tratînd cu apă substanţa *A*, se obţine o substanţă *B*. Prin oxidarea substanţei *B*, se obţine o substanţă *C*, iar prin hidrogenarea substanţei *B* se obţine o substanţă *D*.

Se cere:

1) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;
2) densitatea gazului *A* în raport cu aerul;
3) cîţi litri de substanţă *A* se obţin din 80 kg carbid de 80% puritate?
4) cîte kilograme de oxigen sînt necesare pentru a arde complet cantitatea de gaz *A* de la pct. 3)?
5) cîte kilograme de soluţie 9% din substanţa *C* se pot obţine pornind de la 64 kg carbură de calciu?

Scanned with OKEN Scanner

R. 1) $CaC_2+2H_2O \longrightarrow \overset{(A)}{C_2H_2}+Ca(OH)_2$

$C_2H_2+H_2O \longrightarrow \overset{(B)}{CH_3}\cdot CHO$

$CH_3\cdot CHO+{}^1/_2\,O_2 \longrightarrow \overset{(C)}{CH_3}\cdot COOH$

$CH_3\cdot CHO+H_2 \longrightarrow CH_3\cdot \overset{(D)}{CH_2}\cdot OH$;

2) 0,9;

3) 22,41 m^3 C_2H_2;

4) 80 kg O_2;

5) 666 kg soluţie 9% $CH_3\cdot COOH$.

Problema nr. 5

3,6 g acid oxalic anhidru se descompune prin încălzirea cu acid sulfuric şi conduce la două substanţe gazoase. Amestecul celor două gaze este trecut printr-o soluţie 1% hidroxid de bariu. Unul din gaze este reţinut de soluţie, iar celălalt are însuşirea de a arde.

Se cere:

1) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

2) cantitatea de soluţie 1% hidroxid de bariu care reţine complet unul din gaze;

3) cantitatea precipitatului format în soluţie;

4) volumul şi densitatea, în raport cu aerul, a gazului neabsorbit;

5) volumul de aer (20% oxigen, în volume) care se consumă la arderea gazului neabsorbit.

R. 1) $\begin{matrix}COOH\\|\\COOH\end{matrix} \xrightarrow{H_2SO_4} CO_2+CO+H_2O$

$Ba(OH)_2+CO_2=BaCO_3\downarrow+H_2O$

$CO+{}^1/_2\,O_2 \longrightarrow CO_2$;

2) 684 g soluţie 1% $Ba(OH)_2$;

3) 7,88 g $BaCO_3$;

4) 0,896 l CO; 0,965;

5) 2,24 l aer.

Problema nr. 6

Se descompun termic 500 kg piatră-de-var ce conţine 80% carbonat de calciu şi rezultă un oxid bazic şi un oxid acid. Oxidul bazic reacţionează cu apa şi rezultă o substanţă alcalină *A*, care se neutralizează cu o soluţie 4,9% de acid sulfuric. Oxidul acid este redus cu cărbune de 80% puritate şi se obţine un oxid neutru *B*, care prin hidrogenare dă un compus organic lichid *C* cu $\rho=0,8$ g/ml.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

1) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

2) să se calculeze, în moli, cantităţile de oxizi rezultaţi prin descompunerea pietrei-de-var;

3) greutatea soluţiei de acid sulfuric necesară neutralizării substanţei *A*;

4) cantitatea de cărbune necesară reducerii oxidului acid şi cantitatea de oxid neutru obţinută;

5) volumul de hidrogen necesar obţinerii substanţei *C* şi numărul de litri de substanţă *C* obţinută.

1) $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2 \uparrow$; $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$ A
$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2\,H_2O$; $CO_2 + C \longrightarrow 2\,CO$ B
$CO + 2\,H_2 \longrightarrow CH_3 \cdot OH$; C

2) 4 000 moli CaO şi
4 000 moli CO_2;

3) 8 000 kg soluţie 4,9% H_2SO_4;

4) 60 kg cărbune de 80%; 224 kg CO;

5) 358,4 m^3 H_2
320 l $CH_3 \cdot OH$.

Problema nr. 7

Se dă o tonă de pirită ce conţine 30% FeS_2.

Se cere:

1) să se scrie ecuaţia reacţiei de prăjire a piritei;

2) să se determine cantitatea de aer ($^1/_5$ volume oxigen) necesară prăjirii (în metri cubi);

3) să se stabilească numărul de moli de acid sulfuric ce se obţine, dacă randamentul de transformare al bioxidului de sulf în trioxid de sulf este de 95%;

4) cît fier metalic se obţine prin reducerea oxidului de fier (reacţia de la pct. 1) cu cărbune de 80% puritate ? Cît cărbune este necesar ?

R. 1) $4FeS_2 + 11O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$

2) 770 m^3 aer;

3) 4750 moli H_2SO_4;

4) $Fe_2O_3 + 3C \longrightarrow 2Fe + 3CO$
56 kg cărbune de 80%.

Problema nr. 8

Se fabrică 365 kg acid clorhidric prin sinteză directă. Jumătate din acidul clorhidric se dizolvă în apă astfel ca soluţia obţinută să aibă 36,5% concentraţie. Cealaltă jumătate se pune în contact cu etilena în vederea obţinerii clorurii de etil.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

1) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;
2) să se determine volumele de hidrogen şi de clor, în condiţii normale, necesare în sinteza acidului clorhidric;
3) greutatea soluţiei de acid clorhidric;
4) cantitatea de clorură de etil rezultată.

R. 1) $H_2+Cl_2 \longrightarrow 2\,HCl$

$C_2H_4+HCl \longrightarrow CH_3 \longrightarrow CH_2Cl$

2) 112 m^3H_2 şi 112 m^3Cl_2;

3) 500 kg soluţie 36,5% HCl;

4) 322,5 kg $C_2H_5 \cdot Cl$.

Problema nr. 9

Prin sinteză directă se fabrică 448 m^3 amoniac, măsurat în condiţii normale. Amoniacul rezultat se oxidează la acid azotic, care în reacţie cu benzenul conduce la o substanţă *A*. Substanţa *A* se reduce cu Fe şi HCl, obţinîndu-se o substanţă *B*. Admiţînd că reacţiile decurg cantitativ, se cere:

1) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;
2) volumele de azot şi de hidrogen, măsurate în condiţii normale, care se consumă la sinteza amoniacului;
3) cantităţile de substanţe *A* şi *B* ce se obţin (în kilomoli şi kilograme);
4) cantitatea de soluţie de 0,93% obţinută prin dizolvarea substanţei *B* în apă;
5) cantitatea soluţiei de HCl 36,5% care reacţionează cu substanţa *B*.

R. 1) $N_2+3H_2 \longrightarrow 2NH_3$; $2NH_3+2O_2 \longrightarrow 2HNO_2+2H_2O$

$2HNO_3+2C_6H_6 \longrightarrow 2C_6H_5 \cdot NO_2+2H_2O$

$2C_6H_5NO_2+6H_2 \longrightarrow 2C_6H_5 \cdot NH_2+4H_2O$

$2C_6H_5 \cdot NH_2+2HCl \longrightarrow 2C_6H_5 \cdot NH_2 \cdot HCl$;

2) 224 m^3 N_2; 672 m^3 H_2;

3) $2\times 1\,230$ kg $C_6H_5 \cdot NO_2$ (*A*)

2×930 kg $C_6H_5 \cdot NH_2$ (*B*);

4) 200 000 kg soluţie 0,93%;

5) 2 000 kg soluţie 36,5%.

Problema nr. 10

Carbura de calciu se fabrică din var şi cărbune. Prin tratarea CaC_2 cu apă se obţine un gaz *A*, care prin adiţia unei molecule de apă conduce la o substanţă *B*. Prin hidrogenarea substanţei *B* se obţine o substanţă lichidă C (ρ=0,8 g/ml), care reacţionează mai departe cu sodiul metalic, dînd naştere unui gaz *D*.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

1) să se scrie ecuațiile reacțiilor;
2) cantitățile de $CaCO_3$ de 80% puritate și de cărbune de 75% puritate, necesare pentru a se obține 6,4 CaC_2 pură;
3) volumul de gaz *A* obținut și numărul de litri de substanță lichidă *C* rezultată prin hidrogenarea substanței *B*;
4) concentrația procentuală a soluției obținute prin dizolvarea substanței *C* în 5,4 l de apă;
5) densitatea și densitatea față de aer a gazului *A* și să se arate de cîte ori gazul *D* este mai ușor decît gazul *A*.

R. 1) $CaO+3C \longrightarrow CaC_2+CO\uparrow$
$CaC_2+2H_2O \longrightarrow C_2H_2+Ca(OH)_2$
$C_2H_2+H_2O \longrightarrow CH_3 \cdot CHO$
$CH_3 \cdot CHO+H_2 \longrightarrow CH_3 \cdot CH_2 \cdot OH$
$CH_3 \cdot CH_2OH+Na \longrightarrow CH_3 \cdot CH_2 \cdot ONa+{}^1/_2\, H_2\uparrow$;

2) $CaCO_3 \longrightarrow CaO+CO_2$
12,5 kg $CaCO_3$ 80%
4,8 kg C 75% ;

3) 2,24 m^3 C_2H_2
5,75 l $C_2H_5 \cdot OH$;

4) 46%;

5) 0,09 g/l; 0,069; 13 ori.

Problema nr. 11

Din 112 m^3 metan se fabrică aldehidă formică. 20% din aldehida formică se transformă în alcool metilic, iar restul se transformă în acid formic.

Se cere:

1) să se scrie ecuațiile reacțiilor;
2) cantitățile de alcool metilic și acid formic obținute;
3) concentrația procentuală a soluției ce rezultă prin dizolvarea acidului formic în 3 816 kg apă;
4) cantitatea de zinc cu care reacționează acidul formic obținut.

R. 1) $CH_4+O_2 \longrightarrow CH_2O+H_2O$
$CH_2O+{}^1/_2\, O_2 \longrightarrow H \cdot COOH$
$CH_2O+H_2 \longrightarrow CH_3 \cdot OH$
$2H \cdot COOH+Zn \longrightarrow (H \cdot COO)_2Zn+H_2\uparrow$;

2) 32 kg CH_3OH; 184 kg $H \cdot COOH$;

3) 4,65%;

4) 130 kg Zn.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 12

Se dă 0,5 moli Fe_2O_3 care se reduc cu aluminiu metalic şi se obţine Al_2O_3 şi fier metalic.

Se cere:

1) cantitatea (în grame şi atomi-gram) de aluminiu necesară în prima reacţie;

2) cantitatea (în grame) de soluţie 49% de acid sulfuric care dizolvă oxidul de aluminiu rezultat din prima reacţie;

3) volumul de hidrogen rezultat din acţiunea vaporilor de apă asupra fierului incandescent rezultat din prima reacţie;

4) densitatea şi densitatea faţă de aer a hidrogenului. De cîte ori aerul este mai greu decît hidrogenul ?

R. 1) $2Al+Fe_2O_3 \longrightarrow 2\,Fe+Al_2O_3$

279 Al — 1 atom-gram;

2) 300 g soluţie 49% H_2SO_4;

3) 30 l H_2;

4) 0,09 g/l; 0,069; 14,5 ori.

Problema nr. 13

Se supun electrolizei totale 1 500 g soluţie 20% clorură de sodiu. Cu produsul degajat la catod se obţine amoniac, iar cu produsul de la anod se obţine acid clorhidric.

Produsul din baie se neutralizează cu o soluţie 20% acid sulfuric.

Se cere:

1) să se scrie schema electrolizei;

2) densitatea şi densitatea faţă de aer a gazului degajat la catod;

3) volumul de amoniac obţinut cu produsul de la catod (în metri cubi);

4) greutatea şi numărul de kilomoli de acid clorhidric ce se obţine cu produsul de la anod;

5) compoziţia produsului din baie, în procente greutate şi printr-un raport;

6) greutatea soluţiei 20% H_2SO_4 necesar neutralizării produsului din baie.

R. 1) Catod: $2Na^+ + 2e = 2Na$

$2Na + H_2O = 2NaOH + 2H$

$2H = H_2$

Anod: $2Cl^- - 2e = 2Cl$

$Cl + Cl = Cl_2$

2) 0,09 g/l; 0,069; 14,5;

3) 0,0383 m^3;

4) 0,187 kg; 0,005 kmoli;

5) 57,5% Na; 40% O_2; 2,5% H_2;

6) 1255 g H_2SO_4 20%.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 14

1 500 kg pirită ce conţine 80% FeS_2 se supune prăjirii în vederea obţinerii de acid sulfuric.

Se cere:

1) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;
2) cantitatea (în metri cubi) de bioxid de sulf rezultată, măsurat în condiţii normale;
3) cantitatea de aer (1/5 volume oxigen) necesară transformării catalitice a SO_2 în SO_3;
4) cantitatea (în kilomoli) de acid sulfuric obţinută;
5) concentraţia procentuală a 3,920 kg soluţie apoasă în care se găseşte cantitatea de acid sulfuric de la punctul 4).

R. 1) $4FeS_2+11\ O_2=2Fe_2O_3+8SO_2$; $SO_2+{}^1/_2O_2=SO_3$
$SO_3+H_2O=H_2SO_4$;
2) 448 m^3;
3) 1.120 m^3 aer;
4) 20 kmoli;
5) 50%.

Problema nr. 15

18 kg glucoză pură se supun fermentaţiei alcoolice. Rezultă alcool etilic şi un gaz care se culege într-o soluţie 5% $Ca(OH)_2$.

Alcoolul, după separarea şi purificarea lui mai conţine 5% apă, care se poate îndepărta cu sodiu metalic.

Se cere:

1) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;
2) compoziţia procentuală a glucozei;
3) volumul de gaz rezultat din fermentare, măsurat în condiţii normale;
4) cantitatea de soluţie de hidroxid de calciu care absoarbe gazul;
5) cantitatea de sodiu (în atomi-gram) metalic care se consumă pentru fixarea apei.

R. 1) $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2\ C_2H_5OH+2\ CO_2$
$CO_2+Ca(OH)_2=CaCO_3+H_2O$;
2) C=40%; H_2=6,6%; O_2=53,3%;
3) 4,480 l;
4) 296 kg soluţie; 14,8 kg $Ca(OH)_2$;
5) 613,2 g Na; 26,67 atomi-gram.

Problema nr. 16

O soluţie de azotat de argint conţine, la litru, o cantitate necunoscută din această substanţă. Adăugînd la 100 ml din această soluţie 7,3 ml soluţie

Scanned with OKEN Scanner

de acid clorhidric, care cuprinde 50 g de acid la litru, se precipită tot argintul sub formă de clorură. Se cere:

1) care este masa clorurii de argint precipitată?
2) care este masa azotatului de argint conţinută într-un litru de soluţie?
3) dacă masa acidului conţinut în 7,3 ml de soluţie de acid clorhidric este în stare gazoasă la 0 °C şi 760 mm Hg, ce volum va ocupa?

R. 1) 1,435 g AgCl; 2) 17 g $AgNO_3$; 3) 0,224 l HCl.

Problema nr. 17

Se fabrică 896 m de bioxid de sulf, prin prăjirea unei pirite care conţine 40% steril, 2/5 din bioxidul de sulf obţinut se trece printr-o suspensie dublu molară de hidroxid de calciu, în vederea preparării sulfitului acid de calciu. Restul de bioxid de sulf se transformă în acid sulfuric. Se cere:

1) cantitatea de pirită folosită pentru obţinerea SO_2;
2) volumul amestecului (suspensie) de hidroxid de calciu;
3) numărul de moli de sulfit acid de calciu care se obţin;
4) cantitatea de acid sulfuric care se formează.

R. 1) 4 000 kg FeS_2; 2) 10 000 l suspensie;
3) 8 000 moli $Ca(HSO_3)_2$; 4) 1 176 kg H_2SO_4.

Problema nr. 18

Din azot şi hidrogen se fabrică 2 240 l amoniac. Amoniacul se oxidează catalitic cu aer (21% oxigen), în vederea obţinerii acidului azotic, potrivit reacţiei globale: $NH_3+2O_2=HNO_3+H_2O$. Presupunînd că toate transformările au loc cantitativ şi că substanţele gazoase sînt măsurate în condiţii normale, se cere:

1) volumul de azot şi cel de hidrogen necesare fabricării amoniacului;
2) volumul de aer folosit la oxidarea amoniacului;
3) cantitatea de acid azotic 60% obţinută;
4) molaritatea acidului azotic 60%.

R. 1) 1120 l N_2; 3360 l H_2; 2) 21333 l aer; 3) 10,5 kg HNO_3 60%.

Problema nr. 19

Se prepară acid sulfuric, prin metoda de contact, din 1176,47 kg galenă cu 15% impurităţi, în scopul obţinerii fenolului prin metoda topirii alcaline. Se cere:

1) să se scrie reacţiile care au loc;
2) cît fenol se obţine considerînd că toate reacţiile au loc cu randament de 100%;
3) cît acid azotic 40% este necesar pentru transformarea fenolului în trotil şi ce cantitate de trotil rezultă.

R. 393,30 kg fenol; 1977 kg HNO_3 40%.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 20

Se oxidează, în anumite condiţii, 160 kg metan şi se trec în aldehidă formică. Aldehida formică prin hidrogenare produce o substanţă *A* şi prin oxidare, o substanţă *B*.

Substanţa *B*, în anumite condiţii, trece în acid oxalic.

Se cere:

1) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;
2) cantitatea de aldehidă formică obţinută şi greutatea soluţiei 30% ce se poate prepara cu ea;
3) cantităţile de substanţe *A* şi *B* ce se obţin şi volumele de H_2 respectiv O_2 necesare;
4) cantitatea de soluţie 10% hidroxid de sodiu necesară neutralizării acidului oxalic rezultat din reacţie.

R. 1) $CH_4+O_2 \xrightarrow[\text{cataliz.}]{500^\circ} HCHO+H_2O$

$HCHO+H_2 \xrightarrow{\text{cataliz.}} CH_3OH$ (A)

$HCHO+{}^1/_2\,O_2 \longrightarrow HCOOH$ (B)

$HCOOH+NaOH \longrightarrow HCOONa+H_2O$

$$2\,HCOONa \xrightarrow{400^\circ} \begin{matrix} COONa \\ | \\ COONa \end{matrix} + H_2$$

$$\begin{matrix} COONa \\ | \\ COONa \end{matrix} + Ca(OH)_2 \rightarrow \begin{matrix} COO \\ | \\ COO \end{matrix} \!\!> Ca + 2\,NaOH$$

$$\begin{matrix} COO \\ | \\ COO \end{matrix} \!\!> Ca + H_2SO_4 \rightarrow \begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix} + CaSO_4$$

2) 300 kg HCHO; 1 000 kg soluţie 30%;
3) 320 kg CH_3OH; 460 kg HCOOH; 224 m^3H_2; 112 m^3O_2;
4) 4 000 kg NaOH 10%.

Problema nr. 21

Prin reacţia în cuptor electric a oxidului de calciu cu carbonul se obţine o substanţă *A*, a cărei compoziţie este dată de raportul:

$$Ca : C = 5 : 3.$$

Substanţa *A* reacţionează cu apa şi produce o substanţă gazoasă *B* şi o substanţă alcalină *C*. Gazul *B* adiţionează apă şi produce o substanţă, care prin hidrogenare trece în alcool etilic ($\rho = 0{,}8$ g/ml). Substanţa alcalină *C* este neutralizată cu o soluţie 25% de acid sulfuric.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

1) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

2) să se determine formula substanţei A;

3) să se calculeze densitatea şi densitatea faţă de aer a gazului B. De cîte ori gazul B este mai uşor decît aerul ?

4) să se afle numărul de mililitri de alcool etilic ce se obţine dacă se porneşte de la 1 kmol oxid de calciu;

5) greutatea soluţiei de acid sulfuric care neutralizează substanţa C;

6) compoziţia procentuală a substanţei C.

Problema nr. 22

O hidrocarbură gazoasă conţine: 75% C şi 25% H_2. O cantitate de 4 kmoli hidrocarbură se descompune termic şi produce negru de fum şi hidrogen.

Se cere:

1) să se stabilească formula hidrocarburii;

2) densitatea şi densitatea faţă de aer a hidrocarburii;

3) cantitatea de negru de fum şi de hidrogen obţinute prin descompunerea hidrocarburii;

4) cantitatea de fier metalic ce se obţine prin reducerea Fe_2O_3 cu negrul de fum de la punctul 3);

5) cantitatea de amoniac ce se poate fabrica cu hidrogenul obţinut la punctul 3), dacă randamentul reacţiei este de 90%;

6) greutatea soluţiei 20% de hidroxid de amoniu ce se poate obţine cu amoniacul de la punctul 5);

7) volumul de aer necesar arderii cantităţii date de hidrocarbură, ştiind că aerul conţine 1/5 volume oxigen.

Problema nr. 23

Prin acţiunea vaporilor de apă asupra fosforului elementar rezultă un acid A şi hidrogen. Pentru neutralizarea acidului A se foloseşte hidroxid de calciu şi se obţine o sare B. Prin tratarea sării B cu H_2SO_4, se obţine superfosfatul de calciu utilizat ca îngrăşământ agricol.

Se cere:

1) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

2) să se afle cantităţile de acid A şi de hidrogen rezultate dacă fosforul a intrat în reacţie cu 112 m^3 vapori de apă;

3) densitatea şi densitatea faţă de aer a hidrogenului;

4) greutatea soluţiei 7,4% hidroxid de calciu care reacţionează cu acidul A;

5) cantitatea de sare B obţinută şi conţinutul ei în fosfor;

Scanned with OKEN Scanner

6) numărul de kmoli de H_2SO_4 necesar transformării sării *B* în superfosfat, dacă randamentul reacţiei este de 90%;
7) cantitatea de superfosfat rezultată şi conţinutul ei procentual în calciu.

Problema nr. 24

La 10 kg de soluţie 4,9% H_2SO_4 se adaugă praf de aluminiu în exces. Hidrogenul rezultat se utilizează pentru reducerea nitrobenzenului.

Se cere:
1) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;
2) cantitatea de aluminiu (în atomi-gram) care intră în reacţie;
3) volumul de hidrogen care rezultă, măsurat în condiţii normale;
4) cantitatea de nitrobenzen (în grame şi moli) care se reduce;
5) cantitatea soluţiei 1% ce se obţine prin dizolvarea în apă a substanţei rezultate la punctul 4).

Problema nr. 25

Etilena adiţionează o moleculă de apă şi trece într-o substanţă lichidă *A*. Prin oxidarea energică a substanţei *A*, se obţine un acid *B*, care prin neutralizare cu hidroxid de calciu dă naştere unei substanţe *C*. Prin încălzirea substanţei *C* se obţine un precipitat *D* şi o substanţă lichidă *E*.
Ştiind că se porneşte de la 5 moli de etilenă,

Se cere:
1) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;
2) densitatea şi densitatea etilenei faţă de aer;
3) să se determine volumul, în litri, de substanţă *A* obţinută (ρ=0,8 g ml);
4) cantitatea de acid *B* rezultat şi greutatea soluţiei 10% $Ca(OH)_2$ care neutralizează acidul *B*;
5) compoziţia precipitatului *D* în procente greutate şi printr-un raport;
6) cantitatea de substanţă *E* obţinută, dacă randamentul reacţiei ultime este de 80%.

Problema nr. 26

Se supun electrolizei 100 kg soluţie apoasă de sulfat de sodiu, care conţine 0,5 moli Na_2SO_4 la 1 000 g soluţie.

Se cere:
1) să se scrie schema electrolizei şi să se determine cantităţile de gaze separate la electrozi;
2) să se calculeze volumul de NH_3 ce se obţine cu gazul degajat la catod şi concentraţia procentuală a soluţiei ce rezultă prin dizolvarea amoniacului în 500 kg apă;

Scanned with OKEN Scanner

3) densitatea și densitatea față de aer a gazului degajat la anod;
4) volumul (în metri cubi) de metan care reacționează cu gazul degajat la anod și cantitățile de produse rezultate, știind că transformarea metanului este condusă pînă la negru de fum, iar randamentul reacției este de 90%;
5) să se exprime concentrația procentuală a sulfatului de sodiu.

Problema nr. 27

Una din căile de valorificare a metanului constă în transformarea lui în acetilenă prin piroliză.

Pornind de la 25 moli de metan, se cere:

1) volumul de acetilenă ce se obține din metan, dacă randamentul de transformare este de 80%;
2) numărul de litri de C_6H_6 ($\rho=0,9$ g/ml) ce se obține din acetilena de la punctul 1);
3) greutatea soluției 50% acid azotic care transformă C_6H_6 de la punctul 2) în mononitrobenzen;
4) cantitatea de Fe metalic și de soluție 30% HCl necesare pentru a produce H_2 care transformă mononitrobenzenul în anilină;
5) densitatea și densitatea față de aer a acetilenei; de cîte ori acetilena este mai grea decît metanul ?
6) compoziția procentuală a anilinei.

Problema nr. 28

Prin arderea unei hidrocarburi se obțin; 2,2 g CO_2 și 0,9 g H_2O.

Se cere:

1) să se determine formula hidrocarburii, știind că masa ei moleculară este 28;
2) densitatea și densitatea față de aer a hidrocarburii;
3) să se stabilească cantitățile de produse ce rezultă la descompunerea termică a cantității de hidrocarburi luate în lucru;
4) cantitatea de aer (în litri) necesară arderii hidrocarburii, știind că aerul conține (în volume) $^1/_5$ părți oxigen;
5) care este concentrația procentuală a soluției obținute prin dizolvarea CO_2 obținut prin ardere, în 44 g apă ?
6) să se exprime compoziția hidrocarburii, printr-un raport și în procente greutate.

Problema nr. 29

Se fabrică 112 m^3 acetilenă, măsurată în condiții normale, prin două metode, pornind de la:
a) carbonat de calciu;
b) metan;
Se admite că reacțiile se desfășoară cantitativ.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

1) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;
2) cantităţile de materii prime ($CaCO_3$ şi metan) consumate;
3) cantitatea dintr-o soluţie de H_3PO_4 75% care transformă $Ca(OH)_2$ rezultat din metoda (*a*) în fosfat monoacid de calciu;
4) volumul de aer (20% oxigen, în volume) necesar arderii acetilenei;
5) cantitatea de trioleină ce poate fi hidrogenată cu hidrogenul format prin metoda (*b*).

Problema nr. 30

Se prepară acid acetic pe trei căi diferite, utilizînd ca materii prime:
a) 33,6 m^3 acetilenă,
b) 14 kg etenă,
c) 1 000 moli glucoză.
Gazul rezultat în metoda (*c*) se absoarbe în 10 t soluţie $Ca(OH)_2$.

Se cere:

1) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;
2) cantitatea de acid acetic obţinută în fiecare din cele trei metode (în kilograme şi kilomoli);
3) volumul gazului degajat în reacţia (*c*), măsurat în condiţii normale;
4) concentraţia procentuală a soluţiei de $Ca(OH)_2$ care absoarbe complet gazul rezultat în reacţia (*c*);
5) cantitatea de apă care se adaugă acidului acetic obţinut prin reacţia (*b*) pentru a se obţine o soluţie ce conţine 15 moli la litrul de soluţie.

Problema nr. 31

Se descompune termic 4,9 kg clorat de potasiu. Rezultă o sare şi un gaz *A*. Prin tratarea sării cu H_2SO_4 se formează un alt gaz *B*.

Gazul *A* reacţionează cu toluenul şi conduce la un acid *C*, iar gazul *B* este absorbit într-o soluţie ce conţine propenă şi dă naştere unei substanţe *D*.

Se cere:

1) să se scrie ecuaţiile reacţiilor şi formulele structurale ale substanţelor *C* şi *D*;
2) cantităţile de gaze *A* şi *B* (în moli, kilograme şi litri);
3) cantităţile (moli) de substanţe *C* şi *D*;
4) cantitatea dintr-o soluţie de carbonat acid de calciu care conţine 0,2 moli la litru şi care neutralizează acidul *C*.

Problema nr. 32

Prin sinteză directă se fabrică 730 kg acid clorhidric.

Jumătate din acidul clorhidric se dizolvă în apă, astfel ca soluţia obţinută să aibă o concentraţie de 36,5%, iar cealaltă jumătate se adiţionează la etenă.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

1) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;
2) greutatea soluţiei de 36,5%;
3) cantitatea de carbonat de sodiu care neutralizează soluţia de acid clorhidric;
4) volumul de acid clorhidric, măsurat în condiţii normale, care se combină cu etena.

Problema nr. 33

Doi atomi de sodiu reacţionează cu 4,6 l apă şi formează o soluţie alcalină *A* şi un gaz *B*.

Se cere:

1) volumul de gaz *B* rezultat din reacţie, măsurat în condiţii normale;
2) cantitatea de HCl (în volume şi în moli) ce se obţine cu cantitatea de gaz *B* de la punctul 1 şi densitatea faţă de aer a acidului clorhidric;
3) concentraţia soluţiei alcaline *A* (în procente greutate);
4) cantitatea de soluţie 4,9% de acid sulfuric care neutralizează soluţia alcalină *A*.

Problema nr. 34

Pentru obţinerea unei cantităţi de sulfat de cupru, s-au tratat 200 g CuO cu o soluţie ce conţine 210 g H_2SO_4.

Se cere:

1) să se arate dacă reacţia este totală;
2) cantitatea (în grame) de soluţie 20% în care se cuprinde cantitatea dată de acid sulfuric;
3) cantitatea (în grame şi moli) de sare rezultată din reacţie;
4) cantitatea de zinc (în grame şi moli) care deplasează cuprul din sarea obţinută la punctul 3).

Problema nr. 35

Se tratează 440 g sulfură feroasă cu acid clorhidric. Rezultă un gaz.

Se cere:

1) volumul gazului rezultat, măsurat în condiţii normale;
2) volumul de aer (cu 20% oxigen) necesar arderii complete a gazului;
3) densitatea gazului în raport cu aerul;
4) cantitatea de soluţie 20% de NaOH care se combină cu gazul.

Problema nr. 36

Se descompun termic 500 kg piatră-de-var care conţine 80% $CaCO_3$.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

1) volumul de CO_2 obţinut la descompunere, măsurat în condiţii normale;

2) densitatea şi duritatea faţă de aer a bioxidului de carbon;

3) compoziţia procentuală a bioxidului de carbon;

4) cantitatea de soluţie 0,1% de $Ca(OH)_2$ care absoarbe complet bioxidul de carbon rezultat la descompunere;

5) cantitatea de acid sulfuric care reacţionează cu CaO rezultat prin descompunere.

Problema nr. 37

Prin disocierea termică a metanului se obţine negru de fum şi hidrogen. Ştiind că se porneşte de la 100 m^3 metan, măsurat în condiţii normale, se cere:

1) cantităţile de produse (în moli şi kilograme, respectiv litri) ce se obţin la descompunerea termică a metanului;

2) densitatea şi densitatea faţă de aer a metanului. De cîte ori este mai uşor metanul decît aerul ?

3) volumul (în metri cubi) de amoniac ce se obţine cu hidrogenul de la punctul 1) şi cantitatea de FeO ce se reduce cu carbonul de la punctul 1);

4) concentraţia procentuală a soluţiei obţinute prin dizolvarea amoniacului rezultat la punctul 3).

Problema nr. 38

Într-un cuptor se supun prăjirii 150 g de carbonat de calciu. Să se calculeze:

a) volumul de CO_2 rezultat în condiţii normale;

b) conţinutul procentual de O_2 al amestecului rezultat din amestecarea bioxidului de carbon (obţinut la punctul *a*) cu o cantitate egală de aer (23% oxigen);

c) ce cantitate de soluţie de NaOH cu concentraţia de 200 g la litru este necesară pentru neutralizarea acidului carbonic obţinut prin dizolvarea în apă a CO_2 rezultat la pct. *a*).

Problema nr. 39

Se consideră un minereu care are un conţinut de 30% sulfură de zinc. Minereul se prăjeşte şi rezultă un oxid metalic şi unul nemetalic. Oxidul metalic este tratat cu acid clorhidric, iar oxidul nemetalic este absorbit într-o soluţie de NaOH în vederea obţinerii $NaHSO_3$. Se cere:

1) cantitatea de aer necesară prăjirii sulfurii de zinc;

2) cantitatea de sare obţinută prin tratarea oxidului metalic cu acid clorhidric;

3) cantitatea de acid clorhidric 45% care neutralizează oxidul metalic;

Scanned with OKEN Scanner

4) cantitatea de NaOH (în kilograme şi moli) care absoarbe complet gazul rezultat din prăjirea minereului;
5) densitatea şi densitatea faţă de aer a SO_2.

Problema nr. 40

Una din căile de valorificare a metanului constă în transformarea lui în acetilenă prin piroliză.

Ştiind că se obţin 15 kmoli hidrogen, se cere:
1) cantitatea (în kilograme, metri cubi şi moli) din metanul care suferă piroliza;
2) volumul de acetilenă ce se obţine prin piroliza metanului;
3) cantitatea de carbid de 80% puritate necesară pentru obţinerea aceleiaşi cantităţi de acetilenă;
4) cantitatea de Fe_2O_3 (în kilograme şi moli) care se reduce cu hidrogenul rezultat prin piroliză ;
5) densitatea şi densitatea faţă de aer a acetilenei, de cîte ori acetilena este mai grea decît metanul;
6) compoziţia procentuală a acetilenei.

Problema nr. 41

Carbidul se fabrică din var şi cărbune. Vrem să fabricăm 5 t carbid de 90% puritate. Se cere:
1) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;
2) să se determine cantităţile (în kilograme) de piatră-de-var de 80% puritate şi cărbune de 75% puritate necesare fabricaţiei;
3) ce volum de acetilenă, măsurată la 25°C şi 750 mm Hg, se poate obţine (prin reacţia cu apa) din carbidul fabricat, dacă randamentul reacţiei este de 90%;
4) să se determine cantitatea de soluţie 4,9% H_2SO_4 ce neutralizează substanţa alcalină rezultată la pct. 3) şi cîţi kilomoli de sare rezultă.

Problema nr. 42

Prin reacţia fierului incandescent asupra vaporilor de apă, se obţine oxid salin de fier (Fe_3O_4) şi hidrogen.

Se cere:

a) cantităţile de Fe şi vapori de apă necesare obţinerii a 20 m^3 hidrogen;
b) cantitatea de nitrobenzen (în moli) ce poate fi trecută în anilină cu ajutorul H_2 de la pct. *a*);
c) compoziţia oxidului salin de fier (în procente greutate).

Problema nr. 43

a) ce cantitate de sulfură feroasă (FeS) şi HCl în soluţie de 36% sînt necesare pentru a obţine 500 l H_2S.

Scanned with OKEN Scanner

b) la ce cantitate de acid sulfuric (în grame) se ajunge prin oxidarea H_2S obţinut;

c) ce cantitate de soluţie 40% de NaOH este necesară pentru neutralizarea H_2SO_4 obţinut;

d) ce cantitate de NaCl este necesară pentru ca prin electroliza ei să se obţină NaOH necesar la punctul *c*).

Problema nr. 44

Prin tratarea acidului pirolignos cu lapte de var se obţin 400 kg acetat de calciu. Acidul acetic obţinut prin reacţia acetatului de calciu cu acidul sulfuric reacţionează cu alcoolul etilic 95%, obţinîndu-se acetatul de etil.

Se cere:

1) scrierea ecuaţiilor;

2) de cît calciu avem nevoie pentru obţinerea cantităţii date de acetat de calciu prin această metodă;

3) care este concentraţia soluţiei de acetat de etil care s-a obţinut prin esterificare.

Problema nr. 45

Din 2 000 l metan se prepară H_2 în vederea obţinerii amoniacului necesar la prepararea acidului cianhidric. Întreaga cantitate de acid cianhidric se întrebuinţează la obţinerea cianurii de sodiu. Întreaga cantitate de amoniac fiind folosită în reacţie, se cere:

1) să se scrie ecuaţiile chimice ale reacţiilor care au loc;

2) să se afle cantitatea totală de metan folosită pentru obţinerea acidului cianhidric;

3) să se afle cantitatea de aer folosită la prepararea amoniacului (aerul $\sim {}^4/_5\ N_2$);

4) cantitatea de cianură de sodiu obţinută;

5) să se afle cantitatea de CO_2 obţinută din combinarea carbonului cu oxigenul rămas la prepararea amoniacului (aerul $\sim {}^1/_5\ O_2$).

Problema nr. 46

Într-un litru soluţie 0,5 molară H_2SO_4 se introduc 50 g granule de zinc. Să se arate:

a) care este reacţia şi volumul gazului degajat în condiţii normale;

b) care este volumul gazului degajat dacă în soluţie se introduc înaintea zincului 20 g $BaCl_2$;

c) care sînt reacţiile şi cantităţile de produse rezultate (în grame); dacă în loc de $BaCl_2$ se introduce înaintea zincului 10 g $CuSO_3$ anhidru;

d) care este cantitatea de zinc neutilizată în reacţiile de la pct. *c*).

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 47

O anumită cantitate dintr-un aliaj de cupru şi aluminiu este tratată cu acid sulfuric diluat. Se obţin 18 g sulfat de aluminiu $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$.

Reziduul, adică cuprul, este dizolvat în acid azotic şi se obţin 27 g azotat de cupru. $Cu(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$. Să se calculeze compoziţia procentuală a aliajului.

Problema nr. 48

Un anumit oxid de metal se poate considera că e constituit din doi oxizi *A* şi *B* ai aceluiaşi metal. În *A* metalul e bivalent, iar în *B* e tetravalent. Dacă se reduce o anumită cantitate din oxidul de metal (prin calcinare în curent de hidrogen), oxidul *B* e transformat în metal, iar oxidul *A* rămîne neschimbat. Greutatea oxidului de metal scade cu 0,15 g. Dacă se ia o aceeaşi cantitate din oxidul de metal şi se tratează cu acid sulfuric diluat, este atacat numai oxidul *A*, care trece în sulfat insolubil. Prin aceasta greutatea oxidului de metal creşte cu 0,75 g. În ce proporţie moleculară au fost conţinuţi oxizii *A* şi *B* în oxidul de metal?

Problema nr. 49

Un exces de cupru metalic pur reacţionează cu 140 kg soluţie H_2SO_4 70%, într-un curent de aer. Rezultă $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, care se dizolvă în apă, obţinîndu-se o soluţie de 25%.

Soluţia se supune electrolizei pînă cînd concentraţia soluţiei scade la 20% (volumul soluţiei rămînînd constant).

Se cere:

1) cantitatea de H_2SO_4 din soluţia iniţială;
2) greutatea soluţiei de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 25%;
3) cantitatea de cupru metalic separată la catod;
4) cantitatea de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ rămasă în soluţie după electroliză;
5) volumul gazului degajat la anod, măsurat în condiţii normale.

Problema nr. 50

Se porneşte de la două substanţe anorganice: 600 kg piatră-de-var de 75% puritate şi apă. Să se calculeze:

1) ce cantităţi de îngrăşăminte chimice cu azot se pot obţine din ea şi care sînt acestea, considerînd randamentul de 100%;

2) cît carbid se poate obţine cu un randament de 80%, iar din acesta cîtă acetilenă;

3) din acetilena rezultată, cît benzen s-ar putea obţine prin polimerizare şi la ce cantitate de policlorură de vinil s-ar putea ajunge.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 51

Alama este un aliaj de cupru şi zinc. Pentru determinarea compoziţiei sale se dizolvă în acid azotic. Din soluţie se separă cuprul şi se cîntăreşte ca sulfură cuproasă şi apoi se separă zincul şi se cîntăreşte ca pirofosfat de zinc. 0,81 g alamă au dat la această analiză 0,8 g Cu_2S şi 0,4 g $Zn_2P_2O_7$ (pirofosfat de zinc). Să se calculeze conţinutul în cupru şi zinc.

Problema nr. 52

Avem la dispoziţie pirită de 30% puritate şi vrem să fabricăm 5 t acid sulfuric de 60%.

Se cere:

1) scrierea ecuaţiilor reacţiilor, analizînd procesul redox de prăjire al piritei;

2) cantitatea de pirită necesară în fabricaţie, dacă randamentul de transformare al SO_2 în SO_3 este de 90%;

3) volumul de aer (în metri cubi) necesar prăjirii piritei, ştiind că aerul conţine 21% O_2;

4) cantitatea de soluţie 1 molară care neutralizează acidul fabricat;

5) densitatea şi densitatea faţă de aer a bioxidului de sulf;

6) să se exprime compoziţia acidului sulfuric în % greutate şi printr-un raport.

Scanned with OKEN Scanner

Anexa

În urma deciziei Uniunii internaţionale de chimie pură şi aplicată la conferinţa ţinută în 1961, masele atomice ale elementelor au fost recalculate pe baza: masa atomică a izotopului $^{12}C = 12$.

Tabela maselor atomice (greutăţi atomice) relative 1961.

Nr. atomic	Element	Simbol	Masa atomică	Nr. atomic	Element	Simbol	Masa atomică
1	Hidrogen	H	1,00797	53	Iod	J	126,9044
2	Heliu	He	4,0026	54	Xenon	Xe	131,30
3	Litiu	Li	6,939	55	Cesiu	Cs	132,905
4	Beriliu	Be	9,0122	56	Bariu	Ba	137,34
5	Bor	B	10,811	57	Lantan	La	138,91
6	Carbon	C	12,01115	58	Ceriu	Ce	140,12
7	Azot	N	14,0067	59	Praseodim	Pr	140,907
8	Oxigen	O	15,9994	60	Neodim	Nd	144,24
9	Fluor	F	18,9984	61	Prometiu	Pm	(145)
10	Neon	Ne	20,183	62	Samariu	Sm	150,35
11	Sodiu	Na	22,9898	63	Europiu	Eu	151,96
12	Magneziu	Mg	24,312	64	Gadoliniu	Gd	157,25
13	Aluminiu	Al	26,9815	65	Terbiu	Tb	158,924
14	Siliciu	Si	28,086	66	Disprosiu	Dy	162,50
15	Fosfor	P	30,9738	67	Holmiu	Ho	164,930
16	Sulf	S	32,064	68	Erbiu	Er	167,26
17	Clor	Cl	35,453	69	Tuliu	Tu	168,934
18	Argon	Ar	39,948	70	Yterbiu	Yb	173,04
19	Potasiu	K	39,102	71	Luteţiu	Lu	174,97
20	Calciu	Ca	40,08	72	Hafniu	Hf	178,49
21	Scandiu	Sc	44,956	73	Tantal	Ta	180,948
22	Titan	Ti	47,90	74	Wolfram	W	183,85
23	Vanadiu	V	50,942	75	Reniu	Re	186,2
24	Crom	Cr	51,996	76	Osmiu	Os	190,2
25	Mangan	Mn	54,9380	77	Iridiu	Ir	192,2
26	Fier	Fe	55,847	78	Platină	Pt	195,09
27	Cobalt	Co	58,9332	79	Aur	Au	196,976
28	Nichel	Ni	58,71	80	Mercur	Hg	200,59
29	Cupru	Cu	63,54	81	Taliu	Tl	204,37
30	Zinc	Zn	65,37	82	Plumb	Pb	207,19
31	Galiu	Ga	69,72	83	Bismut	Bi	208,980
32	Germaniu	Ge	72,59	84	Poloniu	Po	(210)
33	Arsen	As	74,9216	85	Astatiniu	At	(210)
34	Seleniu	Se	78,96	86	Radon	Rn	(222)
35	Brom	Br	79,909	87	Franciu	Fr	(223)
36	Cripton	Kr	83,80	88	Radiu	Ra	(226)
37	Rubidiu	Rb	85,47	89	Actiniu	Ac	(227)
38	Stronţiu	Sr	87,62	90	Toriu	Th	232,038
39	Ytriu	Y	88,905	91	Protactiniu	Pa	(231)
40	Zirconiu	Zr	91,22	92	Uraniu	U	238,03
41	Niobiu	Nb	92,906	93	Neptuniu	Np	(237)
42	Molibden	Mo	95,94	94	Plutoniu	Pu	(242)
43	Tehneţiu	Tc	(99)	95	Americiu	Am	(243)
44	Ruteniu	Ru	101,07	96	Curiu	Cm	(247)
45	Rodiu	Rh	102,905	97	Berkeliu	Bk	(249)
46	Paladiu	Pd	106,4	98	Californiu	Cf	(251)
47	Argint	Ag	107,870	99	Einsteiniu	Es	(254)
48	Cadmiu	Cd	112,40	100	Fermiu	Fm	(253)
49	Indiu	In	114,82	101	Mendeleeviu	Md	(256)
50	Staniu	Sn	118,69	102	Nobeliu	No	(255)
51	Antimoniu	Sb	121,75	103	Lawrenciu	Lw	(255)
52	Telur	Te	127,60				

Scanned with OKEN Scanner

Bibliografie

1. C. D. Neniţescu — *Chimie generală*, Bucureşti, Ed. tehnică, 1963.
2. V. T. Mărculeţiu — *Chimie generală*, Litografia Institutului politehnic Bucureşti, 1959.
3. F. M. Albert şi alţii — *Curs de chimie generală*. Bucureşti, Ed. didactică şi pedagogică, 1953.
4. N. L. Glinka — *Probleme şi exerciţii de chimie generală*, Bucureşti, Ed. tehnică, 1959.
5. V. T. Mărculeţiu — *Culegere de probleme la cursul de chimie generală* Bucureşti, Ed. Institutului de căi ferate, 1956.
6. W. Küster und A. Thiel — *Logaritmische Rechentafel*, Berlin, 1947.
7. Manualele de chimie pentru învăţământul mediu. Bucureşti, Ed. didactică şi pedagogică, 1963.

Scanned with OKEN Scanner

Cuprinsul

Partea întîi. Elemente de calcul stoechiometric 3

I. *Mărimile fundamentale ale teoriei atomo-moleculare* 5
I.1. Masă atomică. Atom-gram 5
I.2. Masă moleculară. Molecula gram. 6

II. *Legile fundamentale ale chimiei* 7
II.1. Legea conservării masei şi legile proporţiilor 7

III. *Calcule stoechiometrice* 11
III.1. Stabilirea coeficienţilor ecuaţiilor chimie, prin metoda algebrică 11
III.2. Stabilirea compozitiei substanţelor chimice 12
III.3. Stabilirea formulelor chimice 14
III.4. Calcule cu echivalenţi(*) 16
III.5. Calcule cu formule chimice 19
III.6. Calcule cu ecuaţii chimice 21

IV. *Probleme generale în legătură cu mărimile fundamentale ale teoriei atomo-moleculare şi cu legile de bază ale chimiei* 23

V. *Legile gazelor ideale* 26
V.1. Legea Boyle-Mariotte 26
V.2. Legile Charles-Gay-Lussac. Ecuaţia de stare a gazelor ideale 29
V.3. Ecuaţia Mendeleev-Clapeyron(*) 32
V.4. Legea amestecurilor de gaze (J. Dalton)(*) 34
V.5. Legea volumelor a lui Gay-Lussac (1808) şi legea lui Avogadro (1814)-Ampère (1811) 37

VI. *Probleme generale* 43

VII. *Soluţii. Concentraţia soluţiilor* 45

VIII. *Electroliza* 52
VIII.1. Noţiuni teoretice 52
VIII.2. Legile electrolizei 55
VIII.3. Randament de curent 58

IX. *Teoria fenomenelor de oxidare şi reducere*(*) 63
IX.1. Noţiuni teoretice 63
IX.2. Clasificarea reacţiilor redox. 65

X. *Probleme generale în legătură cu concentraţia soluţiilor şi cu teoria reacţiilor redox.* 68

Partea a doua. Exerciţii propuse 69

I. *Chimie organică* 71
I.1. Alcani (hidrocarburi aciclice saturate) 71

Scanned with OKEN Scanner

I.2. Alchene (hidrocarburi nesaturate-olefinice) 73
I.3. Alchine (hidrocarburi nesaturate-acetilenice) 74
I.4. Hidrocarburi aromatice 76
I.5. Alcooli. Fenoli 77
I.6. Eteri 79
I.7. Aldehide. Cetone 79
I.8. Acizi organici 80
I.9. Esteri. Grăsimi 82
I.10. Zaharide 83
I.11. Compuşi organici cu azot 83

II. *Chimie anorganică* 85
II.1. Hidrogen 85
II.2. Oxigen. Ozon. Apă oxigenată 87
II.3. Oxizi 88
II.4. Acizi 88
II.5. Baze 89
II.6. Săruri 90
II.7. Soluţii 91
II.8. Halogeni 93
II.9. Sulf 95
II.10. Azot. Aer. Fosfor 96
II.11. Carbon. Siliciu 99
II.12. Metale alcaline. 101
II.13. Cupru. Argint. Aur 102
II.14. Magneziu. Calciu 103
II.15. Zinc. Mercur. 104
II.16. Aluminiu 105
II.17. Staniu. Plumb. 105
II.18. Crom. Mangan 106
II.19. Fier. Cobalt. Nichel 107

Partea a treia. Probleme generale 109

Bibliografie 131

Anexe 132

Scanned with OKEN Scanner

Redactor responsabil: Constantin Luca
Tehnoredactor: Titel Bălăiță

Dat la cules 23.03.1964. Bun de tipar 11.06.1964. Apărut 1964. Tiraj 3000+140 legate ½ pînză. Hîrtie scris tip I A de 80 g/m², 16/70×100. Coli editoriale 8,041. Coli de tipar 8,50. A. 3794. C. Z. pentru bibliotecile mari 54(0,77). C. Z. pentru bibliotecile mici 54.

Întreprinderea Poligrafică Sibiu, str. N. Bălcescu nr. 17.
Comanda nr. 1765.

Scanned with OKEN Scanner